

SÉRIE A, N° 598
N° D'ORDRE : 1330

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Marie PARHON

1^{re} THÈSE. — SUR LES ÉCHANGES NUTRITIFS CHEZ LES ABEILLES
PENDANT LES QUATRE SAISONS.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le ^{28 avril}~~mars~~ 1909 devant la Commission d'examen.

MM. BONNIER *Président.*

DASTRE
HAUG } *Examineurs.*

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1909



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41556013_0055

SÉRIE A, N° 598
N° D'ORDRE: 1330

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Marie PARHON

1^{re} THÈSE. — SUR LES ÉCHANGES NUTRITIFS CHEZ LES ABEILLES
PENDANT LES QUATRE SAISONS.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le ^{28 avril} ~~mars~~ 1909 devant la Commission d'examen.

MM. BONNIER *Président.*

DASTRE }
HAUG } *Examineurs.*



PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1909

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

	MM.	
Doyen.....	P. APPELL, <i>Professeur</i> ...	Mécanique rationnelle.
Doyen honoraire.....	G. DARBOUX.....	Géométrie supérieure.
Professeurs honoraires..	{ L. TROOST. Ch. WOLF. J. RIBAN	
	LIPPMANN.....	Physique.
	BOUTY.....	Physique.
	BOUSSINESQ.....	Physique mathématique et Calcul des probabilités.
	PICARD.....	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.
	H. POINCARÉ.....	Astronomie mathématique et Mécanique céleste.
	Y. DELAGE.....	Zoologie, Anatomie, Phy- siologie comparée.
	G. BONNIER.....	Botanique.
	DASTRE.....	Physiologie.
	KOENIGS.....	Mécanique physique et ex- périmentale.
	VÉLAIN.....	Géographie physique.
	GOURSAT.....	Calcul différentiel et cal- cul intégral.
Professeurs	{ CHATIN.....	Histologie.
	PELLAT.....	Physique.
	HALLER.....	Chimie organique.
	JOANNIS.....	Chimie (Enseign ^t P. C. N.).
	JANET.....	Physique — —
	WALLERANT.....	Minéralogie.
	ANDOYER.....	Astronomie physique.
	PAINLEVÉ.....	Mathématiques générales.
	HAUG.....	Géologie.
	TANNERY.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
	RAFFY.....	Application de l'Analyse à la Géométrie.
	HOESSAY.....	Zoologie.
	H. LE CHATELIER.....	Chimie.
	G. BERTRAND.....	Chimie biologique.
	N.....	Zoologie, Anatomie, Phy- siologie comparée.
	Mme P. CURIE.....	Physique générale.
	N.....	Chimie.
	N.....	Zoologie, Évolution des Êtres organisés.
	PUISEUX.....	Mécanique et Astronomie.
	LEDUC.....	Physique.
	HADAMARD.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
Professeurs adjoints ...	{ MATRUCHOT.....	Botanique.
	MICHEL.....	Minéralogie.
	BOUVEAULT.....	Chimie organique.
	BOREL.....	Théorie des fonctions.
	G. PRUVOT.....	Anatomie comparée.
	CAULLERT.....	Zoologie (Évolution des êtres organisés).
Secrétaire	A. GUILLET.	

A MES ILLUSTRÉS ET INOUBLIABLES MAÎTRES

MM. LES PROFESSEURS

A. DASTRE ET M. EDMOND PERRIER

Hommage respectueux de profonde reconnaissance.

A

MONSIEUR J. ATHANASIU

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BUKAREST

Profonde reconnaissance.

A TOUS MES PROFESSEURS

Hommage de reconnaissance.



A MES CHERS PARENTS ET FRÈRES

Hommage affectueux de profonde reconnaissance.

LES ÉCHANGES NUTRITIFS CHEZ LES ABEILLES

PENDANT LES QUATRE SAISONS

Par Marie PARHON

SOMMAIRE,

1. Les échanges respiratoires.
Technique expérimentale.
 - A. Influence de la saison sur les échanges respiratoires à égalité de température ambiante.
 - B. Influence de la température ambiante sur les échanges respiratoires, pendant la même saison.
 - C. Le quotient respiratoire.
2. La teneur en eau du corps des abeilles pendant les différentes saisons.
3. L'influence de la température ambiante sur l'élimination de l'eau par le corps des abeilles.
4. Influence de la température ambiante sur l'élimination de l'eau par les mouches.
5. Chaleur produite par les abeilles.
6. L'azote dans le corps des abeilles pendant les différentes saisons.
7. Le glycogène — — —
8. Discussions des résultats.
9. Conclusions.

INTRODUCTION

On sait que les abeilles ne subissent pas la loi de l'engourdissement hivernal commune à la plupart des Insectes.

Elles se protègent contre le froid en se groupant en grand nombre, en construisant leur maison en cire (qui conduit très mal la chaleur), et surtout en amassant pour la mauvaise saison d'importantes réserves de miel ; source de chaleur destinée à remplacer le soleil d'été. Dans ces conditions elles bravent l'hiver le plus dur, car durant toute la mauvaise saison, elles ont dans la ruche une température d'été. Ce fait nous a conduit à l'étude de leurs échanges nutritifs pendant cette période soi-disant de repos ; mais pour bien nous rendre compte de la façon dont se comportaient ces échanges pendant l'hiver, il fallait les suivre aussi, pendant les autres saisons, et surtout en été. C'est ainsi que nous nous sommes proposé d'étudier les échanges nutritifs chez les abeilles pendant les quatre saisons.

1. — LES ÉCHANGES RESPIRATOIRES.

Historique. — Depuis le travail célèbre de Regnault et Reiset¹⁹ sur la respiration des animaux de diverses classes, on sait que les échanges respiratoires chez les insectes sont très actifs par rapport à ceux des autres hétérothermes. Ces auteurs étudiant les échanges respiratoires chez le hanneton, ont trouvé qu'il consomme 727 centimètres cubes d'oxygène par kilogramme et par heure (donc autant qu'un lapin). Plus tard Bücheli⁵ a étudié les échanges respiratoires chez le *Blatta orientalis* (il n'a mesuré que le CO^2 exhalé) et il a trouvé que ces insectes se comportent comme tous les hétérothermes, c'est-à-dire que, dans des limites déterminées, la quantité de CO^2 produit croît avec la température. Nous-même nous avons étudié les échanges respiratoires chez les mouches à différentes températures, et nous sommes arrivé aux mêmes conclusions : L'absorption de l'oxygène et l'exhalation du CO^2 croissent avec la température.

Tout autrement se comportent les échanges respiratoires chez les abeilles, qui feront l'objet de ce travail. Dans la littérature, en ce qui concerne les échanges respiratoires chez les abeilles, nous n'avons trouvé que les recherches de Treviranus²³. Ce savant, toutefois, a été bien loin d'épuiser la question. Il ne fit que les deux expériences suivantes : Il enferma trois abeilles dans un tube de verre : on connaissait le volume d'air enfermé et sa composition ; à la fin de l'expérience on analysait de nouveau cet air et on déterminait ainsi l'oxygène consommé par les abeilles, et le CO² exhalé pendant ce temps. L'expérience durait trois heures. Dans ces conditions il trouva :

I. Expérience : 17 mai 1831. Température de la chambre 11°,5. Oxygène consommé par kilogramme et par heure : 8 centimètres cubes.

CO² produit par kilogramme et par heure : 4,92 centimètres cubes.

Le quotient respiratoire serait $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2} = \frac{4,92}{8,1} = 0,60$.

II. Expérience : 2 juin. Température de la chambre 22°. Oxygène consommé par kilogramme et par heure : 16,6 centimètres cubes.

CO² produit par kilogramme et par heure : 13,5 centimètres cubes.

Le quotient respiratoire serait $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2} = 0,81$. Les résultats de ces deux expériences sont, comme on le verra, tout à fait différents des nôtres. Cela s'explique aisément, si l'on tient compte que l'animal respirait dans une atmosphère qui durant l'expérience devenait de plus en plus riche en CO² et de plus en plus pauvre en oxygène. En outre, Treviranus opérait avec des animaux isolés ; il expérimentait sur trois abeilles. Or l'abeille étant éminemment un être social, doit être étudiée comme tel, pour que les conditions expérimentales se rapprochent autant que possible de son genre de vie. C'est ce que nous avons fait. Nous prenions en moyenne 30 grammes d'abeilles, ce qui fait à peu près 600 insectes. Nos recherches ont été exécutées ainsi sur un poids exactement déterminé de sujets

enlevés de la ruche. A la vérité, par cet isolement de la colonie, elles se trouvent dans des conditions un peu différentes de celles de leur vie habituelle. Cependant ce facteur s'élimine dans des épreuves comparatives : nous avons, en effet, réalisé dans toutes nos expériences les mêmes conditions de température et de nourriture.

TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE.

Les abeilles en expérience sont enfermées dans une cage en toile métallique et pourvue d'un couvercle mobile. Pour les récolter on procède d'une manière un peu différente dans l'été et dans l'hiver. Pendant la belle saison les abeilles entrent toutes seules dans la cage : on la fixe dès le soir à l'entrée de la ruche, et le matin au lever du soleil quand les butineuses doivent sortir pour la récolte du miel, ne trouvant d'autre issue, elles pénètrent dans la cage. On attend près de la ruche jusqu'à ce qu'on ait un nombre convenable; puis on tire le couvercle. — Pendant la mauvaise saison, comme elles restent amassées en grappes sur les rayons de miel, on n'a qu'à secouer légèrement avec une plume la base de la grappe, pour la faire tomber dans la cage.

Comme la température de la ruche varie entre 32° et 33°, les mesures ne commencent qu'après un temps de préparation. Les abeilles sont gardées pendant les vingt-quatre heures qui précèdent l'expérience, à une température égale à celle à laquelle on veut mesurer leurs échanges, afin qu'elles s'habituent autant que possible à cette température. On supprime ainsi les perturbations que pourrait exercer le passage brusque d'une température à l'autre. Dans ce but, elles sont gardées dans un thermostat pour les hautes températures ou dans un réfrigérateur pour les températures basses. Pendant tout leur séjour au thermostat ou au réfrigérateur, elles sont nourries avec du miel.

L'appareil dont nous nous sommes servi pour l'étude des échanges respiratoires, est celui de REGNAULT et REISET, modifié par PFLÜGER et COLASANTI.

La figure 1 montre la disposition générale de cet appareil.

La cage B avec les abeilles est placée dans la cloche A hermétiquement fermée, dont la capacité est de 5 litres. L'air de cette cloche est soumis à une circulation continue à travers la potasse des flacons laveurs G par le mouvement des aspirateurs à mercure H qui fonctionnent simultanément, comme une pompe

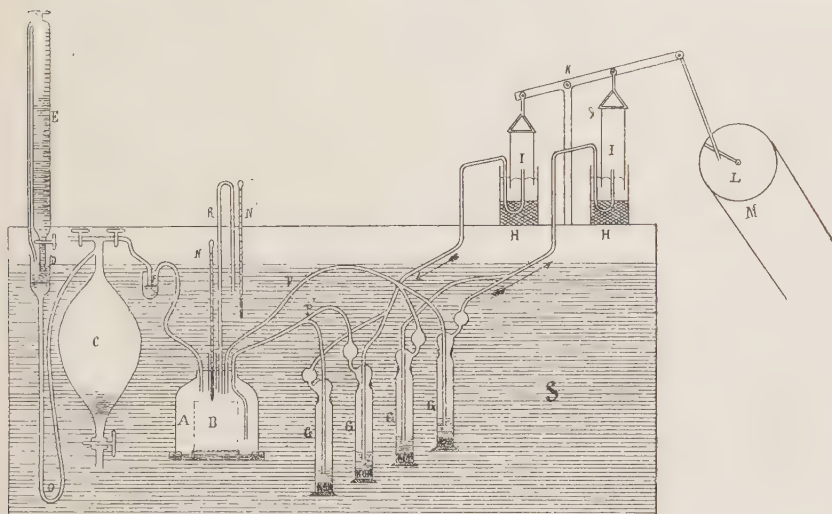


Fig. 1.

aspirante et foulante. Lorsque l'un monte et aspire de la cloche un certain volume d'air, l'autre descend et refoule dans la cloche un volume égal, de sorte que la pression dans le système reste sensiblement la même, à savoir la pression atmosphérique. Cela est indiqué par le manomètre à eau R.

D'autre part, à la moindre diminution de pression dans la cloche, l'oxygène qui se trouve dans le ballon C y est appelé ; il passe à travers le petit flacon laveur F. La place de cet oxygène est occupée dans le ballon C par une solution de CaCl_2 qui arrive par le tube O du réservoir D. L'embouchure du tube O dans le ballon C, étant au même niveau que la surface du liquide dans le réservoir D, on comprend que ce liquide ne rencontre aucune difficulté de tomber dans le ballon C, aussitôt que la pression diminue à son intérieur. Quand le niveau baisse dans le réservoir D, la tubulure latérale de la burette E s'ouvre, l'air monte et vient prendre la place de la solution de CaCl_2 qui est des-

ce due dans le réservoir. Cette burette mesurant le volume de liquide passé dans le ballon C, mesure par cela même le volume d'oxygène passé dans la cloche A où il a été consommé par les animaux en expérience. De cette manière l'atmosphère de la cloche A reste assez pure pendant toute la durée de l'expérience. Le thermomètre N donne la température de la cloche. Le ballon C, la cloche A, et les flacons laveurs à KOH sont plongés dans l'eau du bassin S.

Cette précaution est nécessaire pour garder autour de la cloche A, une température assez constante.

D'autre part, toutes les jointures étant sous l'eau, la moindre fuite peut être découverte facilement. La température du bain est donnée par le thermomètre N'. Le CO^2 retenu par la solution de KOH (12 p. 100) est obtenu au moyen de la pompe à mercure en décomposant le CO^3K^2 par l'acide phosphorique concentré. Le dosage est ensuite fait d'après la méthode de Bunsen.

La durée de chaque expérience a été de deux heures et le CO^2 de chaque heure a été recueilli à part, dans des flacons laveurs différents. Nous avons toujours complété sur les résultats de la deuxième heure. Cette précaution nous a semblé nécessaire, pour éviter les causes d'erreur dues aux différences de température qui pourraient exister, dans les commencements, entre la cloche A et l'eau du bassin, bien que sa température fût toujours voisine de celle du bain. En effet, s'il y a un certain écart entre ces températures, le volume d'air de la cloche A sera influencé; diminué quand la température du bassin est plus basse que celle de la chambre, augmenté dans le cas contraire; et alors le passage de l'oxygène serait accéléré, ou retardé indépendamment de la consommation par les animaux en expérience.

A. — INFLUENCE DE LA SAISON SUR LES ÉCHANGES RESPIRATOIRES A ÉGALITÉ DE TEMPÉRATURE AMBIANTE.

Dans chaque saison nous avons fait des expériences aux températures suivantes : 10°, 20°, 33° et 33°. De plus, pendant l'été quand l'activité fonctionnelle des hétérothermes est à son maximum, nous avons descendu jusqu'à 0° et monté jusqu'à 45°.

Nous allons donner tout d'abord le protocole d'une expérience seulement : toutes les autres ayant suivi la même marche. Expérience n° 1.

Le 13 mars 1907. Poids initial des abeilles = 20,45 grammes. Commencement de l'expérience : 9 h. 10'. Fin de l'expérience : 11 h. 10'. Température du bain = 32°. Température de la cloche = 32°,7. Pression atmosphérique = 753. Poids final des abeilles = 19^{gr},58. Oxygène consommé = 319^{cc},3. Oxygène par kilogramme et par heure = 15 613 centimètres cubes. CO² produit par kilogramme par heure : 15 501 centimètres cubes. $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2} = 0,99$.

a) *Les échanges respiratoires à la température de 32° pendant les quatre saisons.*

Les quatre tableaux ci-joints font connaître toutes les circonstances des échanges respiratoires respectivement pendant les quatre saisons, pour la température de 32° :

TABLEAU N° 1. —

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
1	Le 13 mars.....	32,0	32,7	0,7	763	20,45	319,3	15613
2	Le 19 mars.....	32,4	33,8	1,4	765	32,92	531,0	16130
3	Le 26 mars.....	32,2	33,8	1,6	760	35,02	594,0	16961
4	Le 30 mars.....	32,2	34,0	1,8	766	40,38	687,0	17013
5	Le 10 avril.....	32,4	33,9	1,5	757	31,58	539,6	17086
6	Le 16 avril.....	32,4	33,6	1,2	760	25,51	393,3	15417
7	Le 23 avril.....	32,6	34,0	1,4	757	33,05	444,6	13452
8	Le 8 mai.....	32,4	33,4	1,0	767	31,19	405,8	13010
9	Le 20 mai.....	32,2	33,5	1,3	762	34,01	422,1	12411
10	Le 28 mai.....	32,5	33,4	0,9	766	32,74	387,9	11847
	La moyenne.....	32,3	33,5	1,2	—	—	—	14894

TABLEAU N° 2. —

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
11	Le 10 juin.....	32,0	33,2	1,2	763	35,72	428,9	12007
12	Le 18 juin.....	32,4	33,7	1,3	757	40,64	506,2	12455
13	Le 26 juin.....	32,4	33,4	1,0	765	29,53	341,3	11557
14	Le 11 juillet.....	32,0	32,9	0,9	758	30,128	334,8	11112
15	Le 22 juillet.....	32,3	33,4	1,1	766	39,258	454,8	11584
16	Le 28 juillet.....	32,2	32,9	0,7	763	26,58	328,0	12340
17	Le 12 août.....	32,2	33,0	0,8	765	35,14	391,6	11144
18	Le 20 août.....	32,4	33,6	1,2	762	44,01	473,9	10768
19	Le 31 août.....	32,4	33,5	1,1	766	38,50	442,0	11480
20	Le 12 septembre....	32,3	33,7	1,4	768	39,97	510,1	12762
	La moyenne.....	32,2	33,3	1,1	—	—	—	11721

Printemps 1907. Temp. 32°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ₂ produit.	CO ₂ produit par kilogramme et par heure.	CO ₂ O ₂ .	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O provenant des tissus.	H ₂ O provenant de la combustion du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
317,0	15 501	0,99	0,4346	21,25	20,88	8,35	12,90	0,37	12,53
537,0	16 312	1,01	0,741	22,51	21,98	8,79	13,33	0,14	13,19
595,7	17 010	1	0,8174	23,34	22,92	9,17	14,17	0,42	13,75
691,0	17 112	1	0,9526	23,59	23,06	9,22	14,37	0,53	13,84
557,0	17 637	1,03	0,8056	25,51	23,77	9,51	15,08	0,82	14,26
410,6	16 095	1,04	0,6434	25,22	21,69	8,68	15,45	2,44	13,01
459,8	13 912	1,03	0,7638	23,11	18,74	7,50	14,84	3,60	11,24
400,6	12 840	0,98	0,6712	21,52	17,30	6,92	14,60	4,22	10,38
421,8	12 402	1	0,7486	22,01	16,71	6,68	15,33	5,30	10,03
387,4	11 832	0,99	0,6918	21,13	15,95	6,37	14,76	5,18	9,58
—	15 065	1	—	22,92	20,30	8,12	14,48	2,30	12,18

Été. Temp. 32°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ₂ produit.	CO ₂ produit par kilogramme et par heure.	CO ₂ O ₂ .	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O provenant des tissus.	H ₂ O provenant de la combustion du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
438,4	12 273	1,02	0,813	22,76	16,53	6,61	15,67	5,75	9,92
509,6	12 539	1	0,9363	23,04	16,89	6,75	16,29	6,15	10,14
346,8	11 743	1,01	0,6485	21,96	15,68	6,27	15,27	5,86	9,41
341,6	11 338	1,02	0,676	22,44	15,27	6,11	15,91	6,55	9,16
454,0	11 564	0,99	0,8974	22,86	15,58	6,23	16,63	7,28	9,35
320,6	12 061	0,98	0,6031	22,69	16,25	6,50	16,19	6,44	9,75
396,2	11 274	1,01	0,8145	23,18	15,19	6,07	16,83	7,71	9,12
479,4	10 892	1,01	0,9665	21,96	14,67	5,87	15,82	7,02	8,80
460,2	11 953	1,04	0,9048	23,50	16,10	6,44	16,28	6,62	9,66
514,6	12 874	1	0,8869	22,19	17,34	6,94	15,25	4,85	10,40
—	11 851	1	—	22,66	15,95	6,38	16,01	6,42	9,57

TABLEAU N° 3. —

NUMERO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
21	Le 20 septembre....	32,6	34,0	1,4	763	40,128	318,7	12926
22	Le 5 octobre.....	32,4	33,9	1,5	767	31,42	557,1	17730
23	Le 9 octobre.....	32,0	33,7	1,7	768	34,67	527,8	15223
24	Le 17 octobre....	32,4	33,7	1,3	761	22,126	380,4	17192
25	Le 23 octobre.....	32,4	32,9	0,5	767	13,59	220,9	16254
26	Le 2 novembre....	33,2	34,1	0,9	757	16,67	280,1	16802
27	Le 10 novembre....	32,0	33,2	1,2	766	21,05	367,7	17467
28	Le 18 novembre....	32,4	33,4	1,0	767	18,501	337,0	18215
29	Le 27 novembre....	32,8	33,6	0,8	761	16,22	273,3	16831
30	Le 4 décembre....	32,4	33,0	0,6	769	12,83	217,7	16968
	La moyenne.....	32,4	33,5	1,1	—	—	—	16561

TABLEAU N° 4. —

NUMERO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
31	Le 10 décembre....	32,0	33,1	1,1	771	21,27	315,0	14809
32	Le 14 décembre....	32,4	33,4	1,0	766	20,93	290,9	13898
33	Le 23 décembre....	32,4	33,2	0,8	768	18,85	247,5	13129
34	Le 31 décembre....	32,8	33,7	0,9	769	22,85	285,7	12503
35	Le 16 janvier.....	33,0	33,7	0,7	764	17,60	210,0	11931
36	Le 23 janvier.....	32,4	32,9	0,5	762	14,94	171,1	11452
37	Le 27 janvier.....	32,6	33,9	1,3	765	27,31	326,2	11948
38	Le 7 février.....	32,6	33,6	1,0	756	23,58	294,3	12480
39	Le 18 février.....	32,0	33,2	1,2	761	24,03	320,6	13341
40	Le 26 février.....	32,4	33,3	0,9	762	21,50	276,7	12869
41	Le 28 février.....	32,4	33,7	1,3	764	25,086	349,1	13916
	La moyenne.....	32,4	33,4	1,0	—	—	—	12934

Automne. Temp. 32°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ₂ produit.	CO ₂ produit par kilogramme et par heure.	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O provenant des tissus.	H ₂ O provenant de la décombustion du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
529,6	13197	1,02	0,8944	22,29	17,78	7,11	14,68	4,01	10,67
547,4	17422	0,98	0,7535	23,98	23,75	9,50	14,48	0,23	14,25
567,2	16359	1,07	0,8504	24,52	22,04	8,81	13,95	0,39	13,23
391,4	17689	1,02	0,5533	25,007	23,83	9,53	14,62	0,32	14,30
226,2	16644	1,01	0,3165	23,29	22,43	8,97	13,63	0,17	13,46
282,07	16920	1	0,3771	22,62	22,80	9,12	13,50	0	13,68
374,0	17767	1,01	0,5243	24,91	23,94	9,58	14,76	0,40	14,36
334,4	18074	0,99	0,4514	24,40	24,35	9,74	14,66	0,05	14,61
278,8	17188	1,02	0,3859	23,79	23,16	9,26	14,18	0,28	13,90
245,6	19157	1,12	0,3655	28,64	25,81	10,32	15,03	0	15,49
—	17042	1,02	—	24,35	22,99	9,19	14,35	0,26	13,80

Hiver. Temp. 32°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ₂ produit.	CO ₂ produit par kilogramme et par heure.	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O provenant des tissus.	H ₂ O provenant de la décombustion du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
324,0	15232	1,02	0,4588	21,57	20,52	8,21	12,63	0,32	12,31
292,6	13979	1	0,3916	18,71	18,88	7,53	11,18	0	11,35
261,34	13864	1,05	0,3838	20,36	18,68	7,47	11,72	0,51	11,21
286,98	12563	1	0,3955	17,31	16,86	6,74	10,57	0,27	10,12
208,82	11818	0,99	0,2819	16,02	15,92	6,37	9,65	0,10	9,55
177,0	11823	1,03	0,244	16,33	15,93	6,37	9,33	0	9,56
341,0	12486	1,04	0,4899	17,94	16,82	6,73	10,34	0,25	10,09
291,8	12374	0,99	0,3858	16,36	16,67	6,67	9,69	0	10,00
335,6	13983	1,04	0,482	20,06	18,84	7,54	11,48	0,18	11,30
285,6	13380	1,03	0,4128	19,20	18,03	7,21	11,15	0,33	10,82
351,6	14011	1	0,4776	19,04	18,88	7,55	11,49	0,16	11,33
—	13228	1,01	—	18,44	17,82	7,12	10,84	0,26	10,69

Nous voyons, en parcourant les tableaux n^{os} 1, 2, 3, 4, que le minimum de la consommation d'oxygène est pendant l'été. Il est réduit à 11 721 centimètres cubes par kilogramme et par heure. Le maximum est atteint pendant l'automne, la consommation moyenne étant alors de 16 561 centimètres cubes d'oxygène par kilogramme et par heure. Pendant l'hiver la consommation descend un peu, tout en restant plus élevée que pendant l'été; nous trouvons 12 934 centimètres cubes d'oxygène par kilogramme et par heure. Pendant le printemps la consommation remonte de nouveau et nous trouvons 14 894 centimètres cubes d'oxygène.

On peut représenter mieux ces résultats par le graphique suivant :

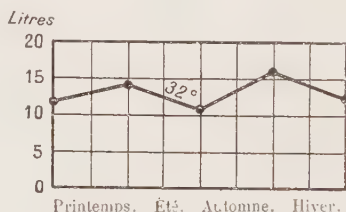


Fig. 2. — Consommation de l'oxygène en fonction de la saison, à la température de 32°.

Nous n'avons représenté que la marche de l'oxygène consommé; le quotient respiratoire étant voisin de l'unité, la courbe de CO_2 se confond avec celle de l'oxygène.

b) *Les échanges respiratoires à la température de 20° pendant les quatre saisons.*

En parcourant les tableaux 5, 6, 7, 8, nous voyons que la

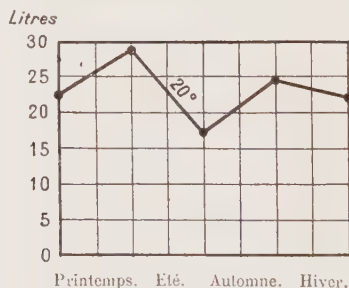


Fig. 3. — Consommation de O_2 en fonction de la saison. O_2 consommé par kilogramme et par heure, à la température de 20°.

consommation atteint le maximum pendant le printemps : oxygène consommé par kilogramme et par heure : 29 734 cen-

timètres cubes. Le minimum pendant l'été : oxygène consommé : 17 336 centimètres cubes. La consommation monte pendant l'automne à 24 795 centimètres cubes d'oxygène consommé par kilogramme et par heure. Pendant l'hiver la consommation moyenne est de 22 549 centimètres cubes, donc plus forte que pendant l'été. En représentant graphiquement ces résultats, nous obtenons la figure ci-contre :

c) *Les échanges respiratoires à la température de 10° pendant les quatre saisons.*

A la température de 10° (tableaux 9, 10, 11, 12) la consommation moyenne pendant le printemps est de 18 587 centimètres cubes ; le maximum est atteint pendant l'été : 21 620 centimètres cubes d'oxygène consommé par kilogramme et par heure. La consommation descend pendant l'automne et l'hiver, étant le plus souvent égale à zéro, ou très voisine, comme on peut le voir sur la courbe suivante :

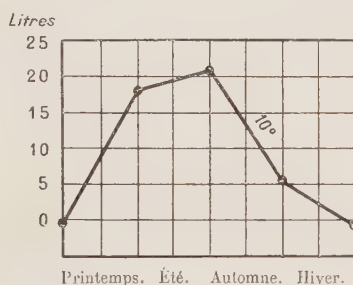


Fig. 4. — Consommation d'O₂ en fonction de la saison. O₂ par kilogramme et par heure, à la température de 10°.

TABLEAU N° 5. —

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
42	Le 10 mars	20,0	25,6	5,6	758	23,53	817,6	34 747
43	Le 18 mars	20,2	26,2	6,0	764	26,82	836,7	31 196
44	Le 21 mars	20,2	22,6	2,4	769	12,47	326,8	26 206
45	Le 27 mars	20,0	26,5	6,5	761	27,16	903,7	33 273
46	Le 2 avril	20,8	27,1	6,3	766	31,15	881,5	28 298
47	Le 12 avril	19,5	24,6	5,1	759	20,31	739,7	36 420
48	Le 22 avril	20,2	27,4	7,2	756	33,46	956,8	28 595
49	Le 5 mai	20,0	24,0	4,0	766	24,26	722,6	29 785
50	Le 15 mai	20,2	25,9	5,7	767	42,31	106,8	25 212
51	Le 27 mai	20,3	24,6	4,3	764	41,79	993,7	23 778
	La moyenne	20,1	25,4	5,3	—	—	—	29 754

TABLEAU N° 6. —

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
52	Le 11 juin	20,0	22,1	1,1	764	28,01	572,1	20 424
53	Le 20 juin	20,2	22,5	2,3	759	35,125	599,0	17 053
54	Le 29 juin	20,4	22,2	3,8	764	29,405	483,0	16 425
55	Le 12 juillet	20,4	22,7	2,3	757	34,32	608,6	17 630
56	Le 20 juillet	20,3	22,3	2,0	763	35,01	569,3	16 261
57	Le 25 juillet	20,4	22,8	2,4	764	39,18	613,4	15 655
58	Le 11 août	20,2	22,4	2,2	762	36,12	559,4	15 487
59	Le 21 août	20,2	22,7	2,5	759	38,07	651,4	17 110
60	Le 28 août	20,4	23,1	2,7	761	38,22	734,6	19 220
61	Le 4 septembre	20,2	22,6	2,4	765	35,47	641,7	18 091
62	La moyenne	20,3	22,5	2,3	—	—	—	17 336

Printemps. Temp. 20°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ₂ produit.	CO ₂ produit par kilogramme et par heure.	CO ₂ O ₂ .	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O retenue dans les tissus.	H ₂ O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
819,0	34806	1	0,704	29,92	47,58	18,76	11,16	17,66	28,82
870,6	32460	1,04	0,8505	31,71	43,74	17,51	12,15	14,08	26,23
326,2	26458	0,99	0,3252	26,08	35,25	14,10	11,98	9,17	21,15
918,0	33799	1,01	0,8816	32,46	45,54	18,22	13,22	14,10	27,32
899,4	28873	1,02	0,8996	28,88	38,91	15,56	12,26	11,04	23,35
768,6	37843	1,03	0,707	34,81	50,99	20,40	12,08	18,51	30,59
977,4	29210	1,02	0,9539	28,51	39,36	15,75	11,65	11,96	23,61
729,0	30049	1	0,7183	29,61	40,49	16,20	13,41	10,88	24,29
1102,2	26050	1,03	1,264	29,88	35,10	14,04	14,08	6,98	21,06
1037,8	24833	1,04	1,271	30,41	33,46	13,38	15,32	5,76	20,08
—	30408	1,02	—	30,23	41,04	16,39	12,73	12,01	24,65

Été. Temp. 20°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ₂ produit.	CO ₂ produit par kilogramme et par heure.	CO ₂ O ₂ .	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O retenue dans les tissus.	H ₂ O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
563,2	20407	0,99	0,726	25,91	27,09	10,84	15,07	1,18	16,25
613,6	17469	1,02	0,873	24,85	24,22	9,69	14,70	0	14,53
480,4	16337	0,99	0,6507	22,13	22,01	8,80	13,33	0	13,21
633,6	18354	1,04	0,9094	26,35	24,73	9,89	15,27	0	14,84
571,0	16309	1	0,7814	22,32	21,97	8,79	13,53	0	13,18
622,6	15890	1,01	0,8674	22,14	21,41	8,56	13,11	0	12,85
561,8	15636	1	0,7495	20,75	20,38	8,15	12,60	0	12,23
664,6	17457	1,02	0,927	24,35	23,53	9,41	14,31	0	14,12
741,8	19408	1	0,9945	26,02	26,16	10,46	15,56	0	15,70
643,4	18779	1,03	0,9453	26,65	25,30	10,12	15,39	0	15,18
—	17575	1,01	—	24,15	23,68	9,47	14,29	0	14,21

TABLEAU N° 7. —

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
63	Le 21 septembre....	20,2	23,8	3,6	766	34,005	702,7	20664
64	Le 27 septembre....	20,4	22,9	2,5	765	33,79	653,8	19317
65	Le 8 octobre.....	20,0	26,2	6,2	769	33,02	758,3	22965
66	Le 13 octobre.....	20,4	22,8	2,4	766	22,99	403,2	17538
67	Le 21 octobre.....	20,6	25,6	5,0	765	23,84	567,1	23787
68	Le 25 octobre.....	20,6	25,3	4,7	776	18,16	448,4	24691
69	Le 28 octobre.....	20,2	23,4	3,2	767	17,49	382,2	21852
70	Le 3 novembre....	20,4	26,7	6,3	757	25,95	670,8	25849
71	Le 12 novembre....	20,2	27,3	7,1	771	23,00	878,1	38178
72	Le 22 novembre....	20,0	25,7	5,7	761	18,27	590,0	32292
73	Le 28 novembre....	20,0	23,5	3,5	762	17,015	433,8	25612
	La moyenne.....	20,2	24,8	4,6	—	—	—	24795

TABLEAU N° 8. —

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
74	Le 16 décembre....	20,0	23,8	3,8	759	26,045	581,6	22334
75	Le 22 décembre....	20,2	23,2	3,0	768	20,09	373,3	18372
76	Le 29 décembre....	20,0	24,1	4,1	760	26,125	614,8	23533
77	Le 8 janvier.....	20,4	24,4	4,0	757	25,56	633,9	24800
78	Le 15 janvier.....	20,4	23,9	3,5	760	24,663	548,3	22231
79	Le 25 janvier.....	20,0	23,0	3,0	764	15,32	387,4	25267
80	Le 31 janvier.....	20,0	23,2	3,2	766	19,21	413,1	21504
81	Le 12 février.....	20,0	22,8	2,8	766	18,82	337,5	17933
82	Le 23 février.....	20,2	23,4	3,2	768	24,125	542,0	22466
83	Le 28 février.....	20,0	23,5	3,5	766	22,543	537,1	23821
84	Le 29 février.....	20,0	24,3	4,3	767	25,201	644,8	25586
	La moyenne.....	20,1	23,6	3,5	—	—	—	22549

Automne. Temp. 20°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ₂ produit.	CO ₂ produit par kilogramme et par heure.	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$.	PERTÉ DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O retenue dans les tissus.	H ₂ O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
729,2	21 444	1,03	0,8654	25,45	28,89	11,56	12,60	4,73	17,33
644,8	19 082	0,98	0,8208	24,29	25,71	10,28	14,01	1,42	15,43
783,6	23 731	1,04	0,9024	27,33	31,98	12,79	13,25	5,94	19,19
453,6	19 730	1,12	0,6046	26,30	26,58	10,63	12,37	3,58	15,95
558,2	23 414	0,98	0,5676	23,81	31,55	12,62	11,19	7,64	18,93
487,8	26 971	1,09	0,5246	28,89	35,66	14,26	10,88	10,52	21,40
429,07	24 532	1,12	0,4943	28,26	33,06	13,22	11,01	8,83	19,84
676,67	26 050	1	0,6355	24,49	35,10	14,04	10,45	11,61	21,06
937,8	40 774	1,06	0,8986	39,07	54,94	21,98	13,05	19,91	32,96
592,8	32 446	1	0,5072	27,76	43,72	17,49	10,27	15,96	26,23
451,2	26 517	1,03	0,4352	25,58	35,73	14,29	9,78	11,66	21,44
—	25 881	1,04	—	27,38	34,81	13,92	11,80	9,25	20,88

Hiver. Temp. 20°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ₂ produit.	CO ₂ produit par kilogramme et par heure.	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$.	PERTÉ DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O retenue dans les tissus.	H ₂ O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
610,58	23 448	1,04	0,6482	24,58	31,59	12,64	10,16	8,79	18,95
396,6	19 741	1,06	0,4333	21,57	25,92	10,37	9,40	6,45	15,55
629,38	24 091	1,02	0,6228	23,84	32,46	12,98	9,86	9,62	19,48
645,0	23 234	1,01	0,6255	24,47	34,00	13,60	10,05	10,35	20,40
546,6	22 162	0,99	0,5199	21,08	29,86	11,94	9,14	8,78	17,92
398,07	25 983	1,02	0,3701	24,16	35,01	14,01	8,92	12,08	21,00
421,6	21 942	1,02	0,4078	21,23	29,56	11,83	8,60	9,13	17,73
343,6	18 257	1,01	0,3489	18,54	24,60	9,84	8,09	6,67	14,76
552,4	22 897	1	0,524	21,72	30,85	12,34	9,38	8,96	18,51
547,2	24 273	1,01	0,516	22,89	32,71	13,08	8,97	10,66	19,63
640,0	25 395	0,99	0,5773	22,91	34,22	13,69	9,22	11,31	20,53
—	23 038	1,01	—	22,45	30,98	12,38	9,22	9,34	18,60

TABLEAU N° 9. —

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
85	Le 16 mars.....	10,0	10,0	0	759	27,81	0	0
86	Le 24 mars.....	10,2	11,6	1,4	762	27,16	474,1	17 455
87	Le 31 mars.....	10,4	11,3	0,9	767	17,05	308,3	18 082
88	Le 9 avril.....	10,0	12,1	2,1	758	29,51	485,6	16 455
89	Le 15 avril.....	10,4	13,8	3,4	760	39,02	703,1	18 070
90	Le 21 avril.....	10,2	13,9	3,7	758	38,06	734,3	19 293
91	Le 3 mai.....	10,4	13,6	3,2	763	37,14	708,7	19 079
92	Le 12 mai.....	10,2	13,1	2,9	765	35,306	629,0	17 815
93	Le 21 mai.....	10,2	14,8	4,6	763	36,18	763,1	21 091
94	Le 30 mai.....	10,3	15,5	5,2	766	39,00	777,8	19 946
	La moyenne.....	10,23	12,97	2,74	—	—	—	18 587

TABLEAU N° 10. —

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
95	Le 12 juin.....	10,2	13,2	3,0	764	26,08	522,8	20 046
96	Le 22 juin.....	10,3	13,8	3,5	760	29,15	619,8	21 262
97	Le 30 juin.....	10,4	15,1	4,7	763	35,128	675,8	19 237
98	Le 10 juillet.....	10,2	16,0	5,8	758	37,425	826,0	22 070
99	Le 19 juillet.....	10,3	18,0	7,7	763	39,15	939,5	23 997
100	Le 30 juillet.....	10,2	15,8	5,6	757	33,98	804,9	23 687
101	Le 10 août.....	10,4	19,6	9,2	761	41,82	104,9	25 083
102	Le 18 août.....	10,2	17,6	7,4	766	37,81	911,3	24 100
103	Le 30 août.....	10,2	14,6	4,4	768	34,14	640,4	18 758
104	Le 6 septembre....	10,3	14,1	3,8	763	30,86	554,1	17 955
	La moyenne.....	10,3	15,8	5,5	—	—	—	21 620

Printemps. Temp. 10°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ₂ produit.	CO ₂ produit par kilogramme et par heure.	CO ₂ O ₂	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O retenue dans les tissus.	H ₂ O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
70,2	2,524	—	0,1566	5,63	3,40	1,35	0,64	1,41	2,05
473,8	17,441	0,99	0,4422	16,28	23,50	9,40	6,88	7,22	14,10
301,8	17,700	0,98	0,290	17,01	23,85	9,54	7,47	6,95	14,31
499,0	16,909	1,02	0,4969	16,84	22,78	9,11	6,94	6,73	13,67
716,9	18,372	1,01	0,7203	18,46	24,75	9,90	7,98	6,87	14,85
740,2	19,448	1	0,7125	18,72	26,20	10,48	8,24	7,62	15,72
697,0	18,766	0,98	0,673	18,12	25,28	10,11	8,01	7,16	15,17
634,6	17,974	1	0,6196	17,55	24,22	9,69	7,86	6,67	14,53
773,8	21,387	1,01	0,7457	20,61	28,82	11,54	8,49	8,79	17,28
780,2	20,005	1	0,7461	19,13	26,95	10,78	8,35	7,82	16,17
—	18667	1	—	18,09	25,15	10,06	7,80	7,31	15,09

Été. Temp. 10°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ₂ produit.	CO ₂ produit par kilogramme et par heure.	CO ₂ O ₂	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O retenue dans les tissus.	H ₂ O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
525,6	20153	1	0,5091	19,52	27,15	10,86	8,66	7,63	16,29
627,2	21516	1,01	0,5952	20,42	28,99	11,60	8,29	9,10	17,39
691,2	19675	1,02	0,6773	19,28	26,51	10,60	7,89	8,02	15,91
839,6	22434	1,01	0,7986	21,34	30,23	12,09	8,55	9,59	18,14
968,4	24735	1,03	0,9301	23,76	33,33	13,33	9,18	10,82	20,00
804,6	23678	0,99	0,7306	21,50	31,90	12,76	8,74	10,40	19,14
1067,8	25533	1,02	1,002	23,96	34,40	13,76	9,35	11,29	20,64
918,2	24283	1	0,8485	22,07	32,72	13,09	8,98	10,65	19,63
662,6	19482	1,03	0,6606	19,35	26,25	10,50	7,66	8,09	15,75
544,2	17644	0,98	0,4941	16,01	23,77	9,51	6,59	7,76	14,26
—	21913	1,01	—	20,72	29,52	11,81	8,38	9,34	17,72

TABLEAU N° 11. —

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme, et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
103	Le 23 septembre....	10,2	10,2	0	769	23,57	0	0
106	Le 29 septembre....	10,2	10,7	0,5	767	31,45	47,65	1515
107	Le 7 octobre.....	10,2	11,4	1,2	770	29,48	55,12	1869
108	Le 16 octobre.....	10,0	13,7	3,7	760	21,15	288,3	13631
109	Le 22 octobre.....	9,6	9,6	0	769	18,52	0	0
110	Le 29 octobre.....	10,0	10,4	0,4	764	24,95	39,44	1580
111	Le 6 novembre....	10,0	14,2	4,2	766	23,54	519,7	21983
112	Le 16 novembre....	10,6	13,4	2,8	768	17,68	237,4	13427
113	Le 26 novembre....	10,0	10,0	0	761	14,06	0	0
114	Le 5 décembre....	10,0	10,3	0,3	776	12,43	35,97	2965
	La moyenne.....	10,1	11,4	1,3	—	—	—	5697

TABLEAU N° 12. —

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
115	Le 9 décembre....	10,0	10,0	—	766	12,30	0	0
116	Le 11 décembre....	10,2	10,4	0,2	773	15,07	24,41	1611
117	Le 20 décembre....	10,6	10,8	0,2	766	14,21	22,55	1588
118	Le 24 décembre....	10,2	10,2	—	767	13,71	16,96	1237
119	Le 6 janvier.....	10,4	10,4	—	765	18,043	0	0
120	Le 20 janvier.....	10,6	10,7	0,1	757	17,78	23,96	1347
121	Le 29 janvier.....	10,4	10,4	—	764	14,63	0	0
122	Le 10 février.....	10,4	10,4	—	767	23,13	0	0
123	Le 19 février.....	10,8	11,2	0,4	762	17,10	29,62	1732
124	Le 24 février.....	10,2	10,4	0,2	768	16,88	19,41	1149
	La moyenne.....	10,3	10,4	0,1	—	—	—	866,4

automne. Temp. 10°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ² produit.	CO ² produit par kilogramme et par heure.	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$.	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ² O retenue dans les tissus.	H ² O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
24,8	1052	—	0,056	2,38	1,41	0,566	0,30	0,544	0,844
73,03	2324	1,53	0,0909	2,89	3,13	1,25	0,46	1,42	1,88
87,6	2971	1,58	0,111	3,76	4,00	1,60	0,56	1,84	2,40
288,24	13628	1	0,2874	13,59	18,36	7,34	6,25	4,77	11,02
16,6	890	—	0,0378	2,04	1,19	0,479	0,281	0,43	0,711
56,44	2262	1,43	0,0644	2,581	3,04	1,219	0,37	1,45	1,821
522,4	22192	1	0,4539	19,28	29,90	11,96	7,32	10,62	17,94
230,8	13054	0,97	0,2203	12,46	17,58	7,03	5,43	5,12	10,55
30,4	2161	—	0,0659	4,69	2,91	1,16	0,42	1,33	1,75
60,0	4945	1,66	0,0816	6,73	6,66	2,66	1,19	2,81	4,00
—	6548	—	—	7,04	8,82	3,53	2,26	3,03	5,29

Hiver. Temp. 10°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ² produit.	CO ² produit par kilogramme et par heure.	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$.	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ² O retenue dans les tissus.	H ² O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
33,6	2739	—	0,0727	5,91	3,69	1,47	0,48	1,74	2,22
40,64	2696	1,67	0,0551	3,66	3,63	1,45	0,63	1,55	2,18
32,56	2292	1,44	0,0394	2,77	3,08	1,23	0,51	1,34	1,85
26,30	1917	1,55	0,033	2,41	2,58	1,03	0,39	1,16	1,55
4,98	207	—	0,0075	0,417	0,278	0,111	0,08	0,087	0,167
34,2	1923	1,42	0,0413	2,325	2,59	1,03	0,45	1,11	1,56
37,4	2359	—	0,0813	5,55	3,44	1,38	0,49	1,57	2,06
51,58	2230	—	0,1152	4,98	3,00	1,20	0,57	1,23	1,80
45,2	2642	1,52	0,0586	3,426	3,56	1,42	0,68	1,46	2,14
32,4	1919	1,66	0,0484	2,87	2,58	1,03	0,72	0,83	1,55
—	2112	—	—	3,43	2,84	1,14	0,50	1,21	1,71

d) *Les échanges respiratoires à la température de 35° pendant les quatre saisons.*

Comme on peut le voir sur le tableau n° 13, les échanges respiratoires à la température de 35° gardent sensiblement la même valeur pendant toute l'année.

B) INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LES ÉCHANGES RESPIRATOIRES CHEZ LES ABEILLES.

Jusqu'à présent, nous avons étudié les échanges respiratoires à égalité de température ambiante aux différentes saisons. Suivons maintenant ces échanges pendant la même saison, l'été par exemple, à différentes températures, depuis 0° jusqu'à 45°, limites extrêmes de résistance. Si nous examinons le tableau n° 14, nous voyons que la consommation de l'oxygène et l'exhalation du CO² décroissent au fur et à mesure que la température monte au-dessus de 32°.

Ainsi la consommation de l'oxygène atteint le minimum de 3381 centimètres cubes à la température 37° ; c'est la résistance suprême. Au delà de 37°, l'équilibre commence à être troublé. Ainsi à 40° et 45°, elles consomment 6 litres d'oxygène par kilogramme et par heure ; mais c'est probablement un commencement d'hyperthermie. A la température de 45°, les abeilles sont excessivement agitées. La consommation s'arrête brusquement le dernier quart d'heure que dure l'expérience et les abeilles meurent en dégorgeant le miel. Descendons au-dessous de 32° jusqu'à 0° (Tableau n° 15).

Nous voyons que la consommation monte à mesure que la température baisse ; elle atteint le maximum à 10°, puis elle diminue un peu tout en restant assez élevée entre 6° et 3°. A 0° la consommation est très faible, et si les abeilles ne reçoivent aucune nourriture la consommation de l'oxygène s'arrête au bout de cinq heures. Les abeilles sont presque engourdies quand on les retire de la cloche.

Le résultat n'est pas le même lorsqu'on les nourrit pendant

l'expérience. Dans ce cas la consommation de l'oxygène est trois fois plus grande et, au bout de cinq heures, elles sont très vives et font beaucoup de mouvement.

La courbe suivante montre assez clairement la marche des

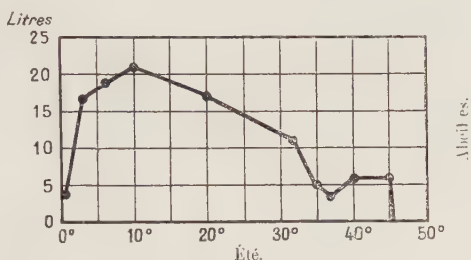


Fig. 5. — Consommation d'O₂ en fonction de la température. O₂ par kilogramme et par heure.

échanges respiratoires, depuis 0° limite inférieure de résistance jusqu'à 45° limite supérieure.

Pour montrer toute l'importance de ces résultats nous allons les comparer avec ceux obtenus dans les mêmes conditions sur les mouches.

Tableau n° 16 et courbe (fig. 6).

TABLEAU N° 13. —

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
125	Le 19 avril.....	33,3	36,1	0,8	758	37,82	209,1	5528
126	Le 24 juillet.....	33,0	35,5	0,5	765	46,12	240,6	5216
127	Le 23 août.....	33,2	35,6	0,4	762	39,21	219,2	5590
128	Le 17 novembre....	33,3	35,7	0,4	767	29,15	166,7	5719
129	Le 20 février.....	33,2	35,5	0,3	763	23,61	133,3	5645

TABLEAU N° 14. — Expériences

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
130	Le 29 juillet.....	34,1	34,9	0,8	761	45,82	429,8	9380
131	Le 24 juillet.....	33,0	35,5	0,5	765	46,12	240,6	5216
132	Le 23 août.....	33,2	35,6	0,4	762	39,21	219,2	5590
133	Le 24 août.....	37,0	37,3	0,3	762	39,01	131,9	3381
134	Le 28 juillet.....	40,0	40,6	0,6	756	63,78	390,3	6119
135	Le 31 juillet.....	45,0	45,5	0,5	758	58,72	378,7	6444

Observations. — Dans l'expérience, n° 135, les abeilles ont dégorgé le miel pendant leur

température 35°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ² produit.	CO ² produit par kilogramme et par heure.	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$.	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRULÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ² O retenue dans les tissus.	H ² O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
209,7	5544	1	0,515	13,61	7,47	2,99	10,63	6,15	4,48
246,6	5346	1,02	1,047	22,70	7,20	2,88	19,59	15,27	4,32
217,8	5554	0,99	0,9399	23,97	7,48	2,99	20,98	16,49	4,49
168,7	5787	1,01	0,2366	8,87	7,79	3,12	5,52	0,85	4,67
132,2	5599	0,98	0,1926	8,15	7,54	3,02	5,14	0,62	4,52

à des températures supérieures à 32°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ² produit.	CO ² produit par kilogramme et par heure.	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$.	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRULÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ² O retenue dans les tissus.	H ² O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
437,0	9537	1,01	1,071	23,58	12,85	5,14	18,14	10,43	7,71
246,6	5346	1,02	1,047	22,70	7,20	2,88	19,59	15,27	4,32
217,8	5554	0,99	0,9399	3,972	7,48	2,99	20,98	16,49	4,49
137,0	3512	1,03	0,9971	5,562	4,73	1,89	23,45	20,61	2,84
415,6	6516	1,06	1,897	29,74	8,78	3,51	25,61	20,34	5,27
395,2	6730	1,04	—	—	9,06	3,62	—	—	5,44

séjour dans la cloche.

TABLEAU N° 45. — Expériences

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	AUGMENTATION de la température due aux abeilles.	PRESSIION BAROMÉTRIQUE.	POIDS D'ABEILLES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
136	Le 19 mai.....	6,5	7,6	1,1	764	31,08	27,71	891
137	Le 23 juillet.....	6,2	11,1	4,9	765	35,25	661,7	18 771
138	Le 27 août.....	6,0	11,8	5,8	763	38,10	733,8	19 259
139	Le 4 août.....	3,0	9,2	6,2	760	63,45	109,2	17 210
140	Le 2 août.....	0,0	4,8	4,8	761	63,32	720,14	11 373
141	Le 3 août.....	0,0	2,2	2,2	761	44,46	170,79	3 841
142	Le 25 juillet.....	0,0	2,5	2,5	757	52,10	224,8	4 314

Observations. — Les abeilles ont été nourries pendant l'expérience n° 140.

TABLEAU N° 46. — Échanges

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du bain.	TEMPÉRATURE de la cloche.	PRESSIION BAROMÉTRIQUE.	POIDS DES MOUCHES.	QUANTITÉ TOTALE d'oxygène consommé.	OXYGÈNE consommé par kilogramme et par heure.
		degrés.	degrés.	m. m. Hg.	gr.	c. c.	c. c.
143	Le 1 ^{er} août.....	5,0	5,0	760	14,27	0	0
144	Le 27 juin.....	10,2	10,2	762	12,834	0	0
145	Le 25 juin.....	20,0	20,0	765	9,607	39,45	4 106
146	Le 1 ^{er} juillet.....	20,2	20,2	763	11,02	57,35	5 204
147	Le 21 juillet.....	20,3	20,3	757	10,86	61,18	5 632
							4 980
148	Le 22 juin.....	32,1	32,1	764	14,75	122,7	8 320
149	Le 4 juillet.....	32,4	32,4	755	11,82	108,1	9 145
150	Le 23 juillet.....	32,2	32,2	760	13,74	115,8	8 427
							8 630
151	Le 26 juillet.....	35,3	35,3	758	12,09	116,6	9 644
152	Le 27 juillet.....	37,7	37,7	759	15,22	213,5	14 027

à des températures inférieures à 16°.

QUANTITÉ TOTALE de CO ² produit.	CO ² produit par kilogramme et par heure.	CO ² O ₂ .	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O retenue dans les tissus.	H ₂ O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
55,4	4 782	2	0,0873	2,81	2,40	0,96	0,56	0,88	1,44
657,8	18 660	0,99	0,589	16,70	23,15	10,06	6,64	8,45	15,09
751,4	19 721	1,02	0,723	18,97	26,57	10,63	7,52	8,42	15,94
1 097,8	17 301	1	0,935	14,74	23,31	9,32	5,42	8,57	13,99
735,9	11 621	1,02	—	—	15,66	6,26	3,28	6,12	9,40
199,9	4 496	1,17	0,217	4,88	6,06	2,42	1,48	2,16	3,64
234,4	4 499	1,04	0,207	3,97	6,06	2,42	1,25	2,38	3,64

respiratoires chez les mouches.

QUANTITÉ TOTALE de CO ² produit.	CO ² produit par kilogramme et par heure.	CO ² O ₂ .	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	GLUCOSE CONSOMMÉ par kilogramme et par heure.	CARBONE BRÛLÉ par kilogramme et par heure.	QUANTITÉ TOTALE d'eau éliminée par kilogramme et par heure.	H ₂ O retenue dans les tissus.	H ₂ O provenant de la décomposition du glucose.
c. c.	c. c.		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
20,33	1 424		0,047	3,29	1,92	0,76	0,47	—	1,16
32,96	2 560		0,0775	6,04	3,44	1,38	0,98	—	2,06
41,65	4 335	1,05	0,138	14,36	5,84	2,33	11,66	8,15	3,51
74,69	6 777	1,30	0,2106	19,11	9,13	3,65	13,15	7,67	5,48
66,31	6 106	1,08	0,1792	16,50	8,26	3,29	12,48	7,51	4,97
	5 739	1,14							
127,9	8 671	1,04	0,3932	25,98	11,68	4,67	20,73	13,72	7,01
88,67	7 502	0,82	0,272	23,01	10,10	4,04	18,97	12,91	6,06
130,0	9 461	1,12	0,4368	31,79	12,71	5,10	25,14	17,53	7,61
	8 544	0,99							
123,6	10 223	1,06	0,414	34,24	13,77	5,51	27,82	19,56	8,26
205,2	13 482	0,96	0,5756	37,82	18,16	7,27	30,55	19,66	10,89

En effet, nous voyons que les mouches comme tous les hétérothermes sont les esclaves du milieu ambiant. L'intensité de leurs échanges respiratoires augmente à mesure que la température monte (fig. 6). Tout autrement se présente la courbe des échanges respiratoires des abeilles. Elles ne se comportent

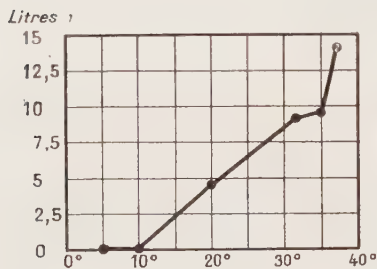


Fig. 6. — Consommation d'O₂ en fonction de la température. O₂ par kilogramme et par heure.

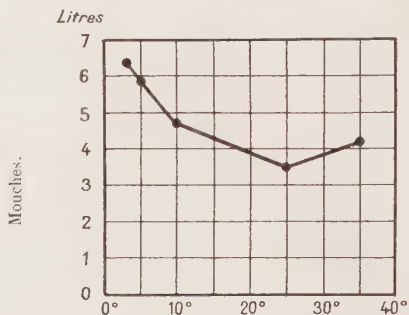


Fig. 7. — Oxygène consommé par kilogramme et par heure (souris). D'après Oddi.

pas comme les hétérothermes. Comparons maintenant cette même courbe n° 5, avec celles des échanges respiratoires d'un homéotherme, la souris par exemple.

Nous voyons que chez cet animal les échanges présentent un minimum d'intensité qui est à 25°; chez les abeilles ce minimum serait à 37°. A partir de ces points, les échanges augmentent aussi bien chez la souris que chez l'abeille lorsque la température baisse.

Mais tandis que chez les abeilles, l'augmentation s'arrête vers 10°, elle peut continuer chez la souris jusqu'à des températures assez basses.

La résistance des homéothermes contre le froid est très bien assurée; on se rappelle à ce sujet l'expérience de R. PICTET¹⁸ dans laquelle un chien soumis à une température de — 92° pendant 1 h. 40' a gardé pendant tout ce temps une température interne de 37°.

Mais, si les homéothermes luttent contre le froid mieux que les abeilles, il n'en est pas de même pour la lutte contre la chaleur.

Les homéothermes n'ont qu'un seul moyen de lutter contre la chaleur, c'est d'en augmenter les pertes; tandis que les

abeilles outre ce moyen disposent encore d'un autre, très efficace, c'est de diminuer les combustions, donc la source de chaleur.

Il résulte de ces expériences que les échanges respiratoires des abeilles, tout en variant avec la température ambiante, ne suivent pas dans le même sens, les oscillations de celle-ci, comme cela a lieu chez les hétérothermes. L'organisme de l'abeille peut lutter entre certaines limites, contre le froid et contre la chaleur et se rapproche par cette propriété de celui des homéothermes.

Nous venons de voir la marche des échanges respiratoires en fonction de la température ambiante, pendant l'été. Il n'est pas sans intérêt de réunir toutes les données que nous possédons, sur cette question, pour les autres saisons. Afin de faciliter la lecture des résultats, nous avons construit avec ces données les courbes de la figure 8. Ce qui se dégage assez clairement de ces courbes, c'est que le maximum dans l'intensité des échanges est à 20° pendant l'automne, l'hiver et le printemps, et à 10° pendant l'été.

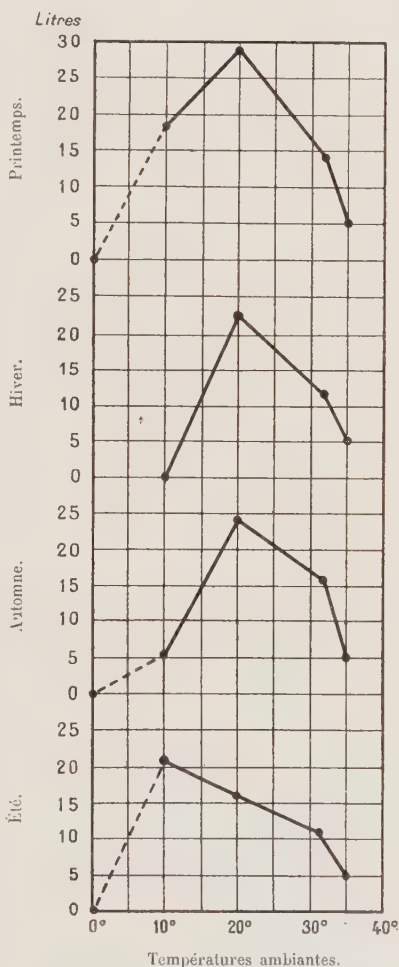


Fig. 8. — Oxygène consommé par kilogramme et par heure.

C. — LE QUOTIENT RESPIRATOIRE.

Si nous examinons le quotient respiratoire $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ nous voyons

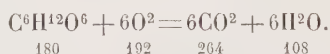
qu'il ne présente pas des variations appréciables pendant les diverses saisons. Il est généralement voisin de l'unité, et très souvent égal à l'unité. Mais en hiver et en automne, à la température de 10°, on constate que le quotient respiratoire est plus grand que l'unité.

Le fait peut s'expliquer par la faible consommation d'oxygène qui, dans certains cas, peut même être nulle. Cette constatation du quotient respiratoire est de la plus haute importance, car elle nous renseigne sur la nature des principes alimentaires utilisés par les abeilles. On sait, en effet, que le quotient respiratoire égal à l'unité, se constate toutes les fois que le régime est très riche en hydrates de carbone. Or le miel, qui constitue l'aliment le plus précieux des abeilles, est principalement composé de ces principes.

Composition du miel de sainfoin (1).

Eau.....	22,54
Sucre de canne.....	6,10
Glucoses.....	69,26
Dextrines.....	0,07
Gommes, matières minérales.....	2.03
	100,00

On peut donc supposer, sans commettre une erreur sensible, que la presque totalité du CO^2 produit par les abeilles, provient de la combustion des monosaccharides, et en particulier du glucose. Cela étant admis, nous avons cherché par le calcul la quantité de glucose qui correspond à l'acide carbonique qu'un kilogramme d'abeille exhale par kilogramme et par heure (on sait qu'un gramme de glucose produit 1,467 gr. CO^2). De plus, il est intéressant de connaître la quantité de carbone provenant de ce glucose, car c'est lui seul qu'il faut faire entrer en ligne de compte, quand on veut savoir la part qui revient au CO^2 , dans la perte du poids du corps, l'oxygène étant pris du dehors). Une rubrique spéciale des tableaux est destinée au carbone. Mais de la combustion du glucose, résulte non seulement du CO^2 , mais aussi de l'eau. Celle-ci a été calculée en même temps que le carbone d'après l'équation de combustion :



(1) BONNIER et LAYENS, *Cours complet d'apiculture*.

D'une autre manière, il suffit de retrancher du poids du glucose $C^6H^{12}O^6$, le poids du carbone (obtenu précédemment de CO^2); la différence fournit l'eau de combustion. C'est cette quantité qui se trouve inscrite dans la dernière colonne. Pour avoir

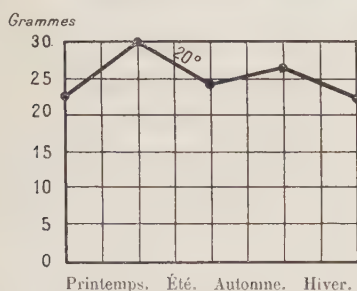


Fig. A. — Perte du poids du corps par kilogramme et par heure.

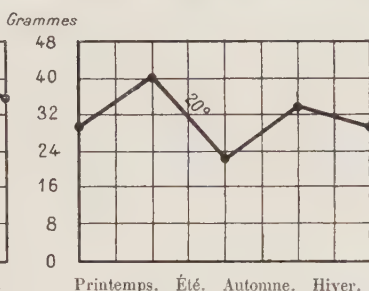


Fig. A. — Glucose consommé par kilogramme et par heure.

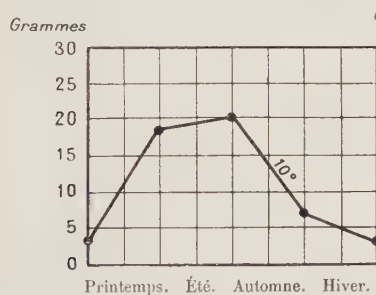


Fig. B'. — Perte du poids du corps par kilogramme et par heure.

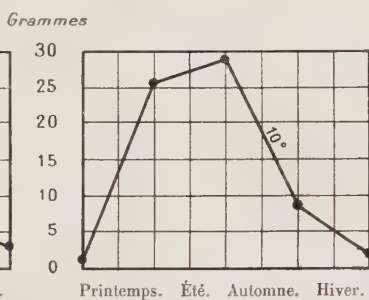


Fig. B. — Glucose consommé par kilogramme et par heure.

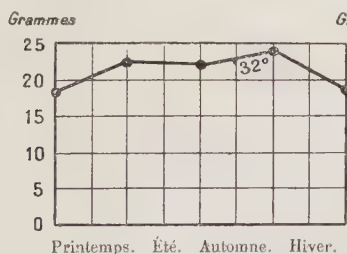


Fig. C'. — Perte du poids du corps par kilogramme et par heure.

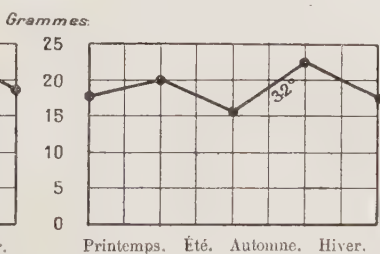


Fig. C. — Glucose consommé par kilogramme et par heure.

l'eau totale (c'est-à-dire l'eau provenant de la combustion du glucose, plus l'eau des tissus), on retranche de la perte totale le poids du carbone.

Nous avons fait ces calculs, pour toutes nos expériences, sur les échanges respiratoires, et si nous représentons graphique-

ment la consommation du glucose par kilogramme et par heure en fonction de la saison, de même que la perte du poids par kilogramme et par heure, nous voyons que ces deux courbes se ressemblent beaucoup et suivent les mêmes oscillations. C'est donc bien le glucose qui est le combustible essentiel des abeilles.

Pourtant, nous voyons que parfois la courbe du glucose dépasse celle de la perte du poids (par exemple à la température de 20° pendant la mauvaise saison et le printemps, et à la température de 10° pendant toutes les saisons). D'autres fois c'est cette dernière qui la dépasse (par exemple à la température de 32° pendant la belle saison, et *a fortiori* à des températures plus hautes).

Ces différences tiennent à ce que l'élimination de l'eau varie beaucoup avec la saison. Nous allons étudier dans le chapitre suivant la marche de l'élimination de l'eau pendant les différentes saisons.

2. — LA TENEUR EN EAU DU CORPS DES ABEILLES PENDANT LES DIFFÉRENTES SAISONS.

Technique. — Pour déterminer la quantité d'eau dans le corps des abeilles pendant les différentes saisons, nous avons procédé de la manière suivante :

On a pris chaque mois, six lots ayant chacun six abeilles vivantes. Chaque lot est placé dans un verre à peser, pourvu de bouchons en verre, et desséché dans une étuve à eau à une température de 96°-99°. La dessiccation est poursuivie jusqu'à ce que le poids reste constant.

Pour faciliter la sortie de l'eau du corps des abeilles, elles sont découpées (après vingt-quatre heures de séjour à l'étuve) en petits morceaux. Cette opération est faite dans le verre même, avec des petits ciseaux afin d'éviter la moindre perte. Dans le tableaux 20, 21, 22, 23, se trouvent consignés les résultats de ces déterminations. En prenant les moyennes de tous les mois, et ensuite les moyennes des mois de chaque saison, on trouve :

		H ² O p. 100.	Moyenne d'eau p. 100.
Printemps	Mars	73,92	} 72,79
	Avril	72,59	
	Mai	71,88	

		H ₂ O p. 100.	Moyenne d'eau p. 100.
Été.....	{ Juin.....	71,52	71,44
	{ Juillet.....	71,43	
	{ Août.....	71,38	
Automne	{ Septembre.....	72,30	73,29
	{ Octobre.....	73,15	
	{ Novembre.....	74,42	
Hiver.....	{ Décembre.....	74,53	74,82
	{ Janvier.....	74,87	
	{ Février.....	75,06	

Le corps des abeilles contient donc le maximum d'eau en hiver : 74,82 p. 100; le minimum en été : 71,44 p. 100.

3) L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR L'ÉLIMINATION D'EAU PAR LE CORPS DES ABEILLES.

Nous avons vu précédemment comment se modifient les échanges respiratoires sous l'influence de la température ambiante. Puisque ces modifications constituent pour les abeilles un moyen de défense contre la chaleur et contre le froid, il nous a semblé intéressant de savoir comment se comporte l'élimination d'eau chez ces insectes, sous l'influence de diverses températures.

TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE. — L'appareil dont nous nous sommes servi, se compose d'un thermostat à double paroi contenant de l'eau (A, fig. 9). Le thermomètre (B) donne la température de cette eau, qui est maintenue au degré voulu, au moyen d'un thermo-régulateur. La cage avec les abeilles (C) est placée dans le flacon en verre D, sur le fond duquel se trouve une couche d'acide sulfurique pur. Ce flacon est fermé hermétiquement par un bouchon en caoutchouc, à travers lequel passent deux tubes : l'un (E) par où arrive l'air, se termine au tiers supérieur de la cage; l'autre (F) va jusqu'au fond de la cage et sert à la sortie de l'air. Avant d'arriver aux abeilles, l'air parcourt le serpentin en plomb (G), où il prend la température du thermostat. En traversant le système H des tubes en U garnis de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique, l'air se débarrasse de sa vapeur d'eau. Le soufflet I mis en mouvement par un moteur électrique assure la ventilation du système. L'air qui arrive ainsi dans la cage C, étant desséché et chauffé à la température voulue, va se charger

de la vapeur d'eau éliminée par les abeilles. Une partie de cette eau sera retenue par l'acide sulfurique qui se trouve dans le flacon D.

L'air qui sort par le tube F se débarrasse de toute sa vapeur d'eau, en traversant le deuxième système H' des tubes en U avec

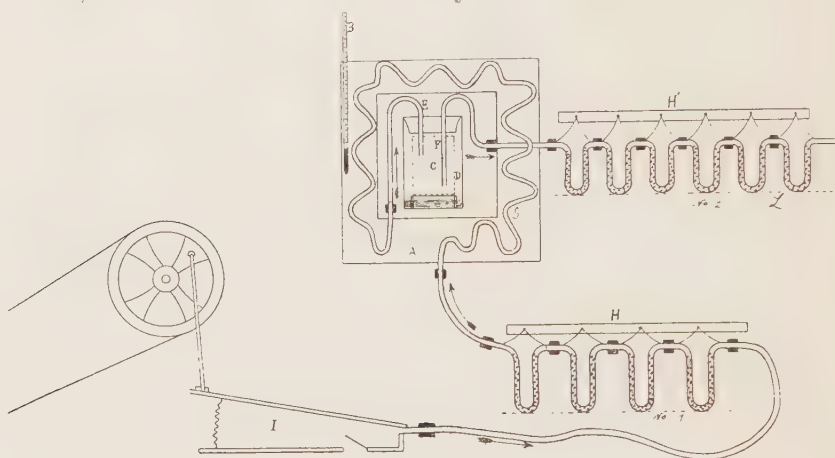


Fig. 9.

de la pierre ponce imbibée d'acide sulfurique. Un troisième système L de tubes en U préparés comme les précédents fait suite au deuxième et sert de témoin, pour contrôler si toute la vapeur d'eau a été absorbée par le système 2 et l'acide sulfurique du flacon D. Il faut que le poids du système 3 ne change pas. Avant chaque expérience on fait marcher l'appareil d'abord à vide, un temps égal à celui employé pour l'expérience (c'est-à-dire deux heures). Cette précaution est nécessaire pour savoir si le système II retient toute la vapeur d'eau de l'air atmosphérique.

En nous servant de cet appareil, nous avons mesuré la quantité d'eau éliminée à différentes températures, les mêmes que celles qui nous ont servi pour les échanges respiratoires, comme on peut le voir sur le tableau 17. En examinant ce tableau, on voit que la quantité d'eau éliminée croît au fur et à mesure que la température monte. La courbe I, fig. 9, montre la marche de l'élimination d'eau, en fonction de la température ambiante.

Nous devons faire maintenant un rapprochement entre ces résultats, et ceux obtenus par le calcul de l'eau éliminée en

TABLEAU N° 17.

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du thermostat.	POIDS D'ABEILLES.	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	H ₂ O éliminée par heure.	H ₂ O éliminée par kilogramme et par heure.
		degrés.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
153	Le 2 juillet.....	10,3	52,10	1,1562	22,19	0,3772	7,24
		»	»	»	»	»	7,24
154	Le 14 mai.....	20,1	42,18	1,154	27,35	0,529	12,54
155	Le 23 mai.....	20,2	26,48	0,743	28,05	0,3768	14,22
156	Le 21 juin.....	20,3	33,57	0,7916	23,58	0,4653	13,86
157	Le 25 juin.....	20,2	39,82	0,8623	21,66	0,5607	14,08
		20,2	»	»	25,16	»	13,67
158	Le 16 mai.....	32,2	28,75	0,574	19,96	0,4088	14,22
159	Le 24 mai.....	32,4	49,62	1,029	20,73	0,741	14,93
160	Le 23 juin.....	32,3	45,14	0,9976	22,10	0,743	16,46
161	Le 15 juillet.....	32,4	36,45	0,851	23,34	0,620	17,01
		32,3	»	»	21,53	»	15,65
162	Le 26 mai.....	35,2	37,92	0,936	24,68	0,840	22,15
163	Le 15 juin.....	35,0	51,18	1,188	23,21	1,093	21,33
		35,1	»	»	23,94	»	21,75
164	Le 17 juin.....	36,5	43,79	1,087	24,82	1,008	23,02
165	Le 24 juin.....	37,2	38,15	1,003	26,29	0,9427	24,71
166	Le 3 juillet.....	37,8	47,74	1,285	26,91	1,214	25,42
		37,2	»	»	26,00	»	24,38
167	Le 27 juin.....	40,3	29,88	0,871	29,15	0,7894	26,41
168	Le 28 juin.....	40,2	46,33	1,383	29,83	1,243	26,83
169	Le 2 juillet.....	40,5	40,97	1,251	30,53	1,129	27,55
		40,3	»	»	29,84	»	26,93

partant de CO² produit et du glucose consommé. Le graphique  qui a été construit avec ces dernières données est presque identique à la courbe I. Cette constatation est précieuse, car elle donne la mesure de l'exactitude de la méthode indirecte ; et nous pourrions nous appuyer sur les résultats obtenus par cette dernière méthode pendant les autres saisons. A l'aide de ces données, et de celles qui nous sont fournies par le dosage de l'eau dans le corps des abeilles, nous allons examiner la marche de la perte d'eau par les abeilles, pendant les différentes saisons.

Nous avons inscrit dans le tableau des échanges respiratoires

les quantités de glucose correspondantes à l'acide carbonique obtenu par l'expérience. Ces quantités ont été trouvées par le calcul, en admettant que la totalité du CO^2 provient de la combustion du glucose. Nous avons calculé en même temps

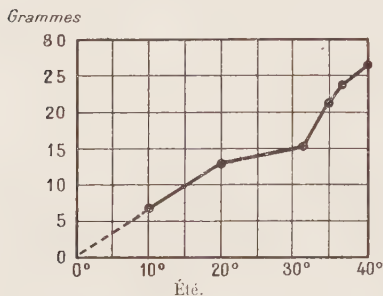


Fig. 10. — Mesure directe de l'eau éliminée par kilogramme et par heure.

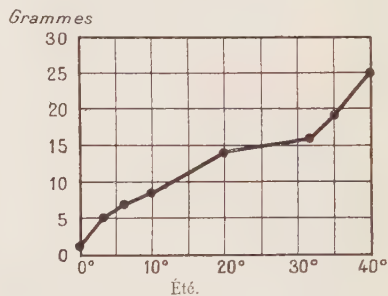


Fig. 11. — L'eau éliminée par kilogramme et par heure calculée en retranchant de la perte du poids le poids du carbone.

l'eau produite par cette même combustion, et les chiffres trouvés ont été inscrits à côté de ceux du glucose. Si l'élimination de l'eau provenant de la combustion du glucose était intégrale, comme cela a lieu pour le CO^2 , il s'ensuivrait que le poids perdu par les abeilles dans l'unité de temps coïnciderait exactement avec la somme de l'eau, et du carbone provenant du CO^2 exhalé. [En raisonnant ainsi, on néglige les déchets de l'appareil digestif; ils sont peu abondants et très difficiles à recueillir et à mesurer.] Or la lecture des chiffres compris dans les tableaux mentionnés plus haut, montre que la coïncidence n'a pas lieu, au moins pour certaines températures. Ainsi en hiver à 20°, la somme $\text{C} + \text{H}^2\text{O}$ provenant de la décomposition du glucose, — en d'autres termes, la quantité de glucose consommé, — est plus grande que le déficit du poids. Une partie de l'eau provenant de la décomposition du glucose est donc retenue dans le corps des abeilles pendant cette saison.

Cette conclusion est confirmée par les résultats obtenus dans le dosage de l'eau, dans le corps des abeilles; on a vu, en effet, que la teneur en eau est plus grande en hiver qu'en été. En été et à la température de 32°, la somme $\text{C} + \text{H}^2\text{O}$ provenant de la décomposition du glucose est plus petite que le déficit du poids du corps; les tissus perdent une partie de leur eau, en dehors de celle provenant du glucose. Entre ces

extrêmes, on peut trouver des saisons et des températures pour lesquelles la somme $H^2O + C$ soit presque égale au déficit du poids du corps. Ainsi par exemple en été et à la température de 20° , en hiver et à la température de 32° , la quantité d'eau éliminée est égale à celle provenant du glucose. Cela se voit mieux sur les courbes suivantes, où nous avons représenté l'eau provenant de la combustion du glucose (ligne pleine) et l'eau éliminée par le corps des abeilles (ligne pointillée) pendant les quatre saisons, et à diverses températures.

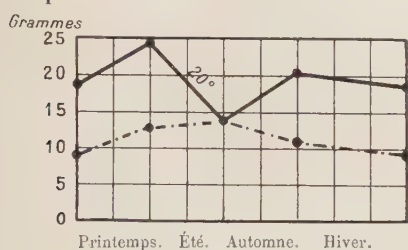


Fig. 12. — H^2O produite par la combustion du glucose (—). H^2O totale éliminée par kilogramme et par heure (---).

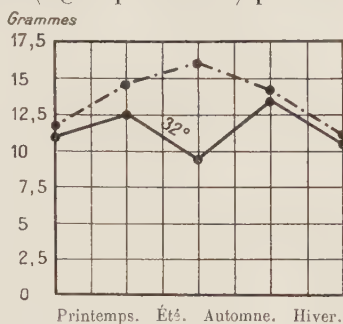


Fig. 13. — H^2O totale éliminée par kilogramme et par heure (---). H^2O produite par la combustion du glucose (—).

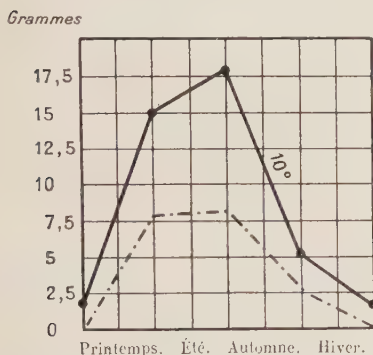


Fig. 14. — H^2O produite par la combustion du glucose (—). H^2O totale éliminée par kilogramme et par heure (---).

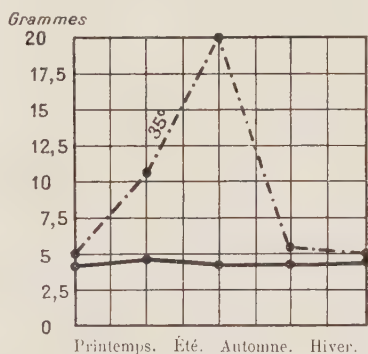


Fig. 15. — H^2O totale éliminée par kilogramme et par heure (---). H^2O produite par la combustion du glucose (—).

Il résulte donc de l'étude que nous venons de faire sur l'élimination de l'eau par le corps des abeilles que : 1° l'élimination de l'eau croît à mesure que la température monte ; 2° toutes choses étant égales les tissus contiennent le maximum d'eau pendant la saison froide, et le minimum pendant la saison chaude. Ces faits sont en relation avec la lutte de l'organisme contre le froid et contre la chaleur.

4) INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR L'ÉLIMINATION D'EAU PAR LE CORPS DES MOUCHES.

A l'aide de l'appareil décrit dans le chapitre précédent nous avons fait une série d'expériences sur les mouches, en mesurant la quantité d'eau qu'elles éliminent pendant l'été à des températures variables. Les résultats se trouvent consignés dans le tableau suivant (tableau 18) qui montre que chez ces insectes l'élimination d'eau, comme celle du CO_2 , est d'autant plus forte, que la température ambiante est plus élevée.

TABLEAU N° 18.

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	TEMPÉRATURE du thermostat.	POIDS DES MOUCHES.	PERTE DU POIDS par heure.	PERTE DU POIDS par kilogramme et par heure.	H ₂ O éliminée par heure.	H ₂ O éliminée par kilogramme et par heure.
		degrés.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
170	Le 5 juillet.....	20,3	11,22	0,1773	15,82	0,1506	13,42
171	Le 14 juillet.....	20,2	14,18	0,176	12,41	0,1537	10,98
172	Le 21 juillet.....	20,4	12,96	0,173	13,34	0,1438	11,10
		20,3	»	»	13,85	»	11,80
173	Le 6 juillet.....	32,3	10,15	0,2848	28,06	0,239	23,54
174	Le 16 juillet.....	32,4	13,46	0,352	26,15	0,2946	21,88
175	Le 26 juillet.....	32,4	14,62	0,4471	30,58	0,3803	26,01
		32,4	»	»	28,26	»	23,81
176	Le 7 juillet.....	36,2	12,51	0,4188	33,45	0,3619	28,92
177	Le 17 juillet.....	37,3	11,73	0,4423	37,72	0,3675	31,33
178	Le 22 juillet.....	37,4	15,37	0,5986	38,94	0,4947	32,18
		37,0	»	»	36,70	»	30,81
179	Le 9 juillet.....	40,3	13,85	0,5925	42,78	0,491	33,45
180	Le 18 juillet.....	40,4	10,59	0,4686	44,25	0,3825	36,12
181	Le 23 juillet.....	40,2	9,97	0,4325	43,38	0,3478	34,88
		40,3	»	»	43,47	»	35,48

5) CHALEUR PRODUITE PAR LES ABEILLES.

Nous apprécions la chaleur produite par les abeilles :
a) d'après la température de la ruche ; b) d'après l'excès de température de la cloche sur la température du bain.

a) *La température de la ruche pendant les différentes saisons.*

Nous entendons par température de la ruche, celle de la partie de l'enceinte où se trouve réunie la colonie d'abeilles.

On sait en effet que la vie de ces insectes a développé en eux le besoin de rester ensemble. Ce besoin est encore plus grand en hiver, car elles font de ce rassemblement un excellent moyen de défense contre le froid extérieur. Nos ruches étant à cadres mobiles, on perce quelques trous dans la paroi latérale et on explore avec un thermomètre la température de divers endroits. Là où elle est la plus élevée, se trouvent les abeilles. Généralement c'est au milieu de la ruche que la colonie siège. Il nous est arrivé cependant de constater que les abeilles quittent bientôt l'endroit exploré probablement à cause du dérangement dû au thermomètre. Il faut alors les suivre; sans cela la température que l'on noterait ne serait pas celle de la colonie; et elle serait d'autant plus basse, que la colonie serait plus éloignée.

C'est à cette circonstance que l'on doit attribuer les résultats si différents des observateurs qui ont pris la température des ruches en hiver.

Nous avons réuni dans le tableau suivant, les températures que nous avons constatées dans la ruche, pendant les différentes saisons.

Les moyennes des températures de la ruche pendant tous les mois de l'année.

<i>Printemps.</i>			<i>Automne.</i>		
Mars.....	32°,9	} 33°,2	Septembre.....	32°,4	} 32°,2
Avril.....	33°,2		Octobre.....	31°,8	
Mai.....	33°,5		Novembre.....	32°,3	
<i>Été.</i>			<i>Hiver.</i>		
Juin.....	34°,3	} 33°,8	Décembre.....	32°,4	} 32°,4
Juillet.....	34°,1		Janvier.....	32°,2	
Août.....	33°,0		Février.....	32°,6	

NOTE. — La moyenne de chaque mois comprend la moyenne de plusieurs jours; pour faire la moyenne du jour, nous prenions trois températures : à 7 h. du matin; à midi; à 10 h. du soir.

En examinant ce tableau nous voyons que la température de la ruche ne varie pas beaucoup pendant les différentes saisons. Les abeilles produisent donc nécessairement plus de chaleur

pendant la mauvaise saison, que pendant la belle saison. En effet, c'est à la chaleur produite par les abeilles qu'est dû l'excès de température de la ruche sur la température du milieu ambiant. Or pendant la saison froide, la température du milieu ambiant varie de $+ 10^{\circ}$ à $- 8^{\circ}$; tandis que pendant la belle saison, la température moyenne est de 20° - 22° . Cela fait que pendant la belle saison les abeilles doivent produire seulement 12° de chaleur pour maintenir constante la température de la ruche, tandis que pendant la mauvaise saison elles doivent produire jusqu'à 40° de chaleur.

La même conclusion ressort aussi des expériences sur les échanges respiratoires : on a vu, en effet, que pour les températures de 20° , 32° , 35° , la consommation des abeilles est réduite au minimum pendant la saison chaude et qu'elle atteint le maximum pendant la saison froide.

Donc plus la température extérieure sera basse, plus la consommation dans la ruche sera forte, pour que la température

TABLEAU N° 49.

SAISON.	TEMPÉRATURE de la cloche.	TEMPÉRATURE de l'eau du bassin.	DIFFÉRENCE en plus pour la cloche
	degrés.	degrés.	degrés.
Été.....	3,1	0,0	3,1
—.....	9,2	3,0	6,2
—.....	11,4	6,1	5,3
—.....	13,8	10,3	3,5
—.....	22,5	20,3	2,3
—.....	33,1	32,2	1,1
—.....	34,9	34,1	0,8
—.....	35,55	35,1	0,45
—.....	37,3	37,0	0,3
—.....	40,6	40,0	0,6
—.....	45,5	45,0	0,5
Automne.....	11,4	10,1	1,3
—.....	24,8	20,2	4,6
—.....	33,5	32,4	1,1
—.....	35,6	35,2	0,4
Hiver.....	10,4	10,3	0,1
—.....	23,6	20,1	3,5
—.....	33,4	32,4	1,0
—.....	35,5	35,2	0,4
Printemps.....	12,1	10,2	2,7
—.....	25,4	20,1	5,3
—.....	33,5	32,3	1,2
—.....	36,1	35,3	0,8

de 32° puisse se maintenir. La conclusion pratique que nous tirons de ce fait, c'est que si l'on veut économiser le miel il ne faut pas laisser les abeilles hiverner à des basses températures.

b) *Influence de la saison et de la température ambiante sur la production de la chaleur par les abeilles.*

Comme nous l'avons dit plus haut, nous apprécions la chaleur produite par les

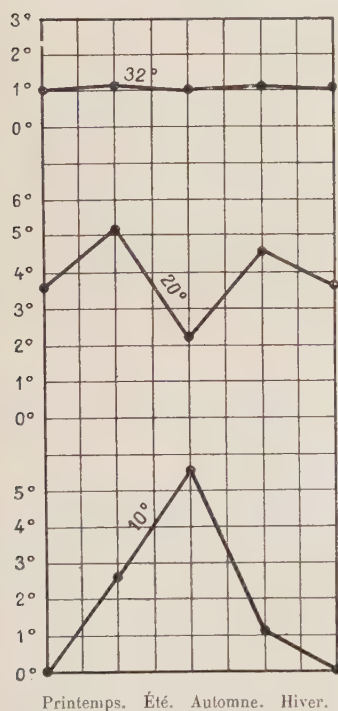


Fig. 16. — Chaleur produite par les abeilles.

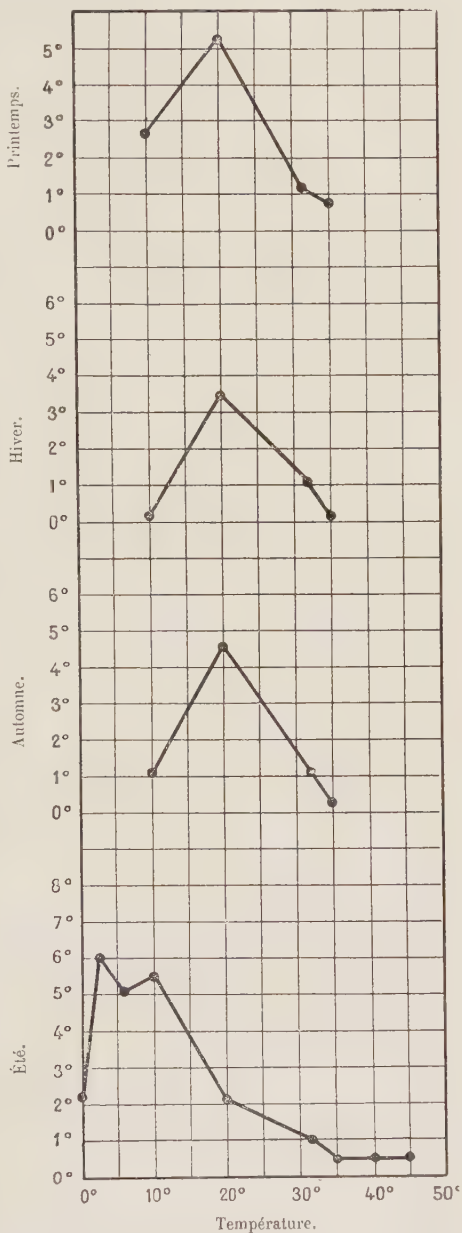


Fig. 17. — Chaleur produite par les abeilles à différentes températures pendant les quatre saisons.

abeilles d'après la différence de température entre la cloche

où elles se trouvent pendant l'expérience (sur les échanges respiratoires) et l'eau du bassin, dans lequel plonge cette cloche (fig. 4). Ces températures sont marquées sur les tableaux des échanges respiratoires. Pour en faciliter la comparaison nous avons réuni dans le tableau (N^o 19), les différences thermiques moyennes constatées dans chaque saison, et pour chacune des températures ambiantes auxquelles les expériences ont été faites.

A l'aide de ces données nous avons construit deux séries de courbes; les unes (fig. 16) en fonction de la saison; les autres (fig. 17) en fonction de la température ambiante.

En examinant ces courbes, on voit tout d'abord un parallélisme entre la thermogenèse et les échanges respiratoires au moins pour certaines températures. Ainsi à 10° et à 20° les courbes de la chaleur produite (fig. 16) sont très analogues à celles de l'oxygène consommé pour ces mêmes températures (fig. 2 et 3).

Ce fait n'a rien de surprenant puisque la chaleur animale a son origine dans les combustions intra-organiques. Une ressemblance non moins grande existe entre les courbes de la figure 17 et celles de la figure 8. Le maximum de thermogenèse est à 20° pendant l'automne, l'hiver et le printemps, comme le maximum dans l'intensité des échanges respiratoires. Une différence existe pour l'été; le maximum de thermogenèse n'est pas à 10°, comme celui des échanges, mais à 3°.

6) L'AZOTE DANS LE CORPS DES ABEILLES PENDANT LES DIFFÉRENTES SAISONS.

Parallèlement à l'étude des échanges respiratoires, nous avons dosé aussi l'azote dans le corps des abeilles pendant tous les mois de l'année. Le dosage a été fait d'après la méthode de KJELDAHL-ARGUTINSKI² (oxydation avec l'acide sulfurique, en présence du mercure).

Si l'on parcourt les tableaux suivants (20, 21, 22, 23) on voit que l'azote ne varie pas avec la saison. On se demande alors d'où tirent les abeilles les matières azotées pendant l'hiver. On sait qu'elles amassent pour la mauvaise saison, non seule-

TABLEAU N° 20. — L'Az, l'eau et la substance sèche dans le corps des abeilles pendant le printemps.

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	POIDS D'ABEILLES.	SUBSTANCE sèche.	Az. total.	Az. p. 100 dans substance fraîche.	Az. p. 100 dans substance sèche.	H ² O p. 100.	H ² O totale.
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
182	Le 20 mars.....	0,5046	0,1302	0,0147	2,91	11,29	74,20	0,3744
183		0,5012	0,1281	0,0140	2,79	10,92	74,44	0,3731
184		0,5144	0,1377	0,01512	2,93	10,98	73,23	0,3767
185		0,4744	0,128	0,01423	2,99	11,12	73,01	0,3464
186		0,4556	0,120	0,01328	2,91	11,07	73,66	0,3356
187		0,4922	0,123	0,01339	2,72	10,89	75,01	0,3692
		»	»	»	2,87	11,04	73,92	»
188	Le 21 avril.....	0,478	0,129	0,0138	2,88	10,70	73,01	0,349
189		0,4853	0,1295	0,01437	2,95	11,10	73,32	0,356
190		0,471	0,131	0,01421	3,01	10,85	72,18	0,340
191		0,465	0,133	0,01419	2,86	10,67	73,13	0,362
192		0,487	0,135	0,01512	3,10	11,20	72,27	0,352
193		0,473	0,134	0,01466	3,09	10,94	71,67	0,339
		»	»	»	2,98	10,91	72,59	»
194	Le 22 mai.....	0,469	0,131	0,01474	3,44	11,25	72,06	0,338
195		0,4764	0,134	0,01443	3,02	10,77	71,89	0,3425
196		0,491	0,137	0,01501	3,05	10,96	72,09	0,354
197		0,458	0,126	0,01396	3,04	11,08	72,49	0,332
198		0,4628	0,1299	0,01379	2,97	10,62	71,93	0,3329
199		0,4805	0,1401	0,01586	3,30	11,33	70,84	0,3404
		»	»	»	3,09	11,00	71,88	»

TABLEAU N° 21. — Az, H²O, substance sèche dans le corps des abeilles pendant l'été.

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	POIDS D'ABEILLES.	SUBSTANCE sèche.	Az. total.	Az. p. 100 dans substance fraîche.	Az. p. 100 dans substance sèche.	H ² O p. 100.	H ² O totale.
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
200	Le 23 juin.....	0,4593	0,135	0,01456	3,16	10,78	70,62	0,3245
201		0,4670	0,1405	0,01456	3,11	10,36	69,91	0,3265
202		0,460	0,1255	0,01428	3,10	11,37	72,71	0,3345
203		0,436	0,1215	0,0147	3,37	12,09	72,13	0,3145
204		0,438	0,123	0,01331	3,03	10,82	71,91	0,315
205		0,458	0,129	0,01437	3,13	11,14	81,83	0,329
		»	»	»	3,15	11,09	71,52	»
206	Le 22 juillet.....	0,4817	0,1372	0,01523	3,16	11,10	71,51	0,3445
207		0,4923	0,1420	0,01592	3,23	11,21	71,15	0,3503
208		0,498	0,139	0,01500	3,01	10,79	72,08	0,339
209		0,488	0,143	0,01599	3,27	11,18	70,69	0,345
210		0,5057	0,1429	0,01522	3,00	10,65	71,74	0,3628
		»	»	»	3,13	10,98	71,43	»
211	Le 19 août.....	0,479	0,137	0,01545	3,22	11,28	71,37	0,342
212		0,466	0,133	0,01447	3,10	10,88	71,46	0,333
213		0,4865	0,1403	0,01564	3,21	11,14	71,12	0,346
214		0,4758	0,139	0,01587	3,33	11,42	70,78	0,336
215		0,4905	0,1363	0,01494	3,04	10,96	72,21	0,3542
		»	»	»	3,18	11,13	71,38	»

TABLEAU N° 22. — L'Az, l'eau et la substance sèche dans le corps des abeilles pendant l'automne.

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	POIDS D'ABEILLES.	SUBSTANCE sèche.	Az. total.	Az. p. 100 dans substance fraîche.	Az. p. 100 dans substance sèche.	H ₂ O p. 100.	H ₂ O totale.
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
216	Le 15 septembre...	0,4898	0,1376	0,01547	3,15	11,25	71,91	0,3522
217		0,4805	0,1343	0,01470	3,05	10,95	72,05	0,3462
218		0,5065	0,140	0,01582	3,12	11,33	72,35	0,3665
219		0,508	0,137	0,01522	2,99	11,11	73,03	0,371
220		0,478	0,133	0,01435	3,00	10,79	72,17	0,345
		»	»	»	3,06	11,08	72,30	»
221	Le 20 octobre.....	0,514	0,136	0,01479	2,88	10,88	73,54	0,378
222		0,496	0,134	0,01447	2,91	10,80	72,98	0,362
223		0,525	0,141	0,01495	2,84	10,60	73,14	0,384
224		0,515	0,138	0,01512	2,93	10,96	73,20	0,377
225		0,505	0,137	0,01519	3,00	11,09	72,90	0,368
		»	»	»	2,91	10,86	73,15	»
226	Le 23 novembre...	0,528	0,133	0,01394	2,64	10,48	74,81	0,395
227		0,499	0,129	0,01425	2,85	11,05	74,19	0,370
228		0,4856	0,1268	0,01374	2,82	10,85	73,88	0,3588
229		0,5405	0,1351	0,01513	2,79	11,21	75,00	0,4054
230		0,5208	0,1335	0,01411	2,71	10,57	74,36	0,3873
231		0,510	0,131	0,01457	2,85	11,12	74,31	0,379
		»	»	»	2,78	10,88	74,42	»

TABLEAU N° 23. — L'Az, l'eau et la substance sèche dans le corps des abeilles pendant l'hiver.

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	POIDS D'ABEILLES.	SUBSTANCE sèche.	Az. total.	Az. p. 100 dans substance fraîche.	Az. p. 100 dans substance sèche.	H ₂ O p. 100.	H ₂ O totale.
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
232	Le 18 décembre...	0,542	0,139	0,01480	2,73	10,72	74,35	0,403
233		0,512	0,1334	0,01455	2,84	10,91	73,95	0,3786
234		0,536	0,138	0,01544	2,88	11,19	74,25	0,398
235		0,545	0,135	0,01442	2,64	10,68	75,22	0,410
236		0,5278	0,1336	0,01492	2,82	11,17	74,69	0,3942
237		0,550	0,140	0,01541	2,80	11,01	74,55	0,410
		»	»	»	2,78	10,94	74,53	»
238	Le 21 janvier.....	0,556	0,138	0,01537	2,76	11,14	75,17	0,418
239		0,488	0,123	0,01290	2,64	10,49	74,79	0,365
240		0,518	0,132	0,01420	2,74	10,76	74,51	0,386
241		0,541	0,1335	0,01472	2,72	11,03	75,33	0,4075
242		0,514	0,130	0,01366	2,62	10,51	74,70	0,384
243		0,491	0,124	0,01339	2,72	10,80	74,74	0,367
		»	»	»	2,70	10,78	74,87	»
244	Le 19 février.....	0,5294	0,1329	0,01445	2,72	10,87	74,90	0,3965
245		0,5486	0,1366	0,01496	2,72	10,95	75,10	0,412
246		0,560	0,1380	0,01545	2,76	11,20	75,35	0,422
247		0,5307	0,1320	0,01423	2,68	10,78	75,12	0,3987
248		0,5007	0,1261	0,01343	2,68	10,65	74,82	0,3746
		»	»	»	2,71	10,89	75,06	»

ment du miel, mais aussi du pollen qui est placé dans des cellules spéciales.

La question est de savoir, si les abeilles utilisent ce pollen et sous quelle forme? Quelques auteurs pensent que ces insectes ne sont pas capables d'ingérer le pollen tel quel, à cause de l'étroitesse de leur tube buccal. Ainsi SCHNEIDER²⁰ et BERLEPSCH⁵ admettent qu'il est transformé sur place en peptone par un ferment protéolytique provenant des glandes salivaires. D'après eux, toutes les matières albuminoïdes doivent préalablement être dissoutes pour pénétrer dans l'appareil digestif des abeilles.

Or, en examinant au microscope, pendant l'hiver, le contenu du tube digestif de ces insectes, nous l'avons trouvé bourré de grains de pollen. Ces grains paraissent tous intacts dans l'estomac, et ce n'est que dans l'intestin et surtout dans la portion rectale qu'on peut voir au microscope des grains attaqués par les sucs digestifs. Les uns ne présentent que l'intine et l'exine corrodées, d'autres sont tout à fait morcelés. Il est donc certain que les grains de pollen peuvent être ingérés par les abeilles. Les réserves de cette substance sont utilisées pendant l'hiver et nous comprenons alors pourquoi la teneur en azote du corps de ces animaux ne varie pas suivant la saison.

7) LE GLYCOGÈNE DANS LE CORPS DES ABEILLES PENDANT LES DIFFÉRENTES SAISONS.

Le dosage du glycogène a été fait d'après la méthode de Pflüger¹⁷.

Les abeilles enfermées dans la cage en toile métallique sont rapidement tuées par l'immersion de cette cage dans l'eau bouillante. Elles sont ensuite broyées dans un mortier, et placées dans un flacon qui contient une solution de KOH à 60 p. 100. Le tout est chauffé dans un bain-marie (à niveau constant) pendant deux heures, temps suffisant pour la complète dissolution des tissus du corps des abeilles. Le liquide est filtré après refroidissement et traité par deux volumes d'alcool à 96°. Après vingt-quatre heures, le précipité est recueilli sur un filtre SCHLEICHER et lavé plusieurs fois avec un mélange d'alcool et

de potasse (deux volumes d'alcool à 96° pour un volume de KOH à 15 p. 100) et puis avec l'alcool à 96°, qui détermine le ratatinement et la cohésion du glycogène. Ceci fait, on dissout le glycogène dans l'eau, on neutralise avec de l'acide chlorhydrique, et puis on ajoute de l'acide chlorhydrique de façon que le mélange ait une acidité de 2 p. 100 en HCl. Dans ces conditions le mélange est chauffé pendant trois heures au bain-marie, et le glycogène est transformé en sucre.

Le dosage du sucre est ensuite fait à l'aide de la liqueur de Fehling par la pesée de l'oxydure de cuivre, d'après la méthode de Pflüger ¹⁷. Nous avons dosé le glycogène pendant toutes les saisons, et, comme on peut le voir dans le tableau 24, il ne varie que peu avec la saison.

TABLEAU N° 24.

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE.	POIDS D'ABEILLES.	CuO.	GLUCOSE.	GLYCOGÈNE total.	GLYCOGÈNE p. 100.
		gr.	mgr.	mgr.	gr.	gr.
249	Le 14 janvier.....	49,35	95,4	37	0,034	0,48
250	Le 20 février.....	22,72	94,8	37	0,034	0,15
251	Le 17 mars.....	32,48	161,2	66	0,0607	0,19
252	Le 23 avril.....	45,66	171,4	80	0,0736	0,16
253	Le 15 mai.....	39,15	181,8	85	0,0782	0,20
254	Le 18 juin.....	44,89	178,2	83	0,0764	0,17
255	Le 19 juillet.....	41,08	154,6	63	0,05796	0,14
256	Le 24 août.....	37,59	141,6	65	0,0598	0,16
257	Le 23 septembre...	32,97	157,4	64	0,0589	0,18
258	Le 20 octobre.....	29,86	136,2	55	0,0506	0,17
259	Le 19 novembre....	25,14	140,8	57	0,0524	0,21
260	Le 22 décembre....	20,15	94,2	42	0,0386	0,19

8) DISCUSSION DES RÉSULTATS.

Nous allons passer rapidement en revue les résultats des recherches que nous venons de décrire. Une pareille vue d'ensemble nous paraît très utile, pour leur interprétation. Les échanges respiratoires des abeilles sont très actifs, par rapport à ceux des autres animaux. Il suffit de regarder le tableau suivant où nous avons inscrit dans l'ordre de leur intensité les échanges respiratoires moyens dans les différentes classes

Les échanges respiratoires dans la série animale.

ESPÈCE.	TEMPÉRA- TURE.	O ₂ par kilogramme et par heure.	CO ₂ par kilogramme et par heure.	CO ₂ / O ₂ .	NOMS D'AUTEUR.
	degrés.	c. c.	c. c.		
Abeille.....	20	17336	17375	1,01	L'auteur.
Moineau.....	19	6709	5351	0,79	Regnauld et Reiset ¹⁹ .
Mouche.....	20	4980	5739	1,14	L'auteur.
Souris.....	»	4700	4100	0,80	Oddi ¹⁵ .
Cobaye.....	19	1612	1896	0,86	Colasanti ⁶ .
Chien.....	21	911	674	0,74	Regnauld et Reiset ¹⁹ .
Poule.....	19	740	675	0,90	»
Lapin.....	»	690	632	0,92	»
Homme.....	20	233	166	0,78	Falloise ⁹ .
Cheval.....	»	215	196	0,91	Zuntz. u. Hagemann ²⁵ .
Lacerta.....	»	134	100	0,75	Regnauld et Reiset ¹⁹ .
Rana.....	20	70	57	0,80	Athanasiu ¹ .
Cyprinus...	8	55	37,5	0,66	Jolyet et Regnard ¹³ .
Octopus....	16	44	38	0,86	»
Astacus....	12,5	38	33	0,86	»
Astérie....	»	32	25	0,78	»

d'animaux, pour se convaincre que les abeilles se trouvent en tête de la série, par l'activité de leur fonction respiratoire.

Cette activité s'explique facilement si l'on tient compte que la vie sociale qu'elles mènent leur impose de nombreux travaux, inconnus aux espèces dont les individus vivent librement. Il existe, d'après BONNIER ³, une vraie division du travail dans la colonie des abeilles, comme dans les sociétés humaines. Chaque individu a des services déterminés à remplir, et les travaux de tous concourent au même but, à savoir : d'assurer à la colonie un logement et des provisions alimentaires. Parmi ces travaux les uns sont connus, comme la récolte du miel, la fabrication de la cire, la fabrication des gaufres, la ventilation de la ruche pendant l'été, etc. ; d'autres moins bien connus sont exécutés par les abeilles dans la ruche au profit de la colonie et de la nouvelle génération. Dans cette dernière catégorie il faut comprendre la production de la chaleur nécessaire pour maintenir la température de la ruche à un certain niveau, qui ne varie pas beaucoup, pendant toute l'année.

Les travaux que nous venons de mentionner ne sont pas les

mêmes dans chaque saison. On pourrait à cet égard distinguer deux groupes : l'un pour la saison chaude, l'autre pour la saison froide. Dans le premier se rangent surtout les travaux mécaniques, exécutés par les abeilles soit au dehors, soit à l'intérieur de la ruche. Dans le second groupe se placent surtout les travaux de calorification ; et, comme travail mécanique, seulement les quelques opérations faites pour l'entretien de la ruche.

La nature des travaux et la température extérieure étant différentes pour chaque saison, on comprend que les échanges respiratoires ne peuvent pas rester les mêmes pendant toute l'année. Ils varient avec la saison ; et, pendant la même saison, ils varient encore avec la température ambiante. Leur intensité augmente lorsque celle-ci baisse, et *vice-versa* ; cela, bien entendu, entre certaines limites. La chaleur produite par les abeilles suit les mêmes variations que les échanges, de sorte que ces insectes se rapprochent à cet égard des animaux à température constante. Comme ceux-ci, les abeilles doivent disposer d'un système thermo-régulateur qui leur permet de lutter contre les variations de la température extérieure. — Elles luttent contre le froid, d'une part en augmentant la production de chaleur, et d'autre part en diminuant ses pertes. Parmi les causes qui enlèvent de la chaleur à l'organisme vivant, l'évaporation de l'eau est l'une des plus importantes. Or nous avons vu que l'élimination d'eau, par le corps des abeilles, est bien plus faible en hiver qu'en été. Il y a accumulation d'eau dans le corps de ces insectes pendant la saison froide. — Contre la chaleur, les abeilles luttent d'une part en ralentissant les échanges respiratoires, d'où diminution de chaleur, et d'autre part en augmentant l'élimination d'eau à leur surface respiratoire, d'où déperdition de chaleur.

La défense de l'organisme des abeilles, contre les changements de la température ambiante, se manifeste surtout pendant les saisons intermédiaires, c'est-à-dire pendant l'automne et le printemps. Ainsi nous voyons que pour une même température, 20° par exemple, les abeilles consomment en été 17 litres d'oxygène par kilogramme et par heure, et en automne 24 litres. De même à la température de 32°, elles consomment 11 litres pendant l'été, et 17 litres pendant l'automne. Pour mieux saisir

la signification de ces différences nous croyons qu'il faut faire intervenir l'adaptation de leur système thermo-régulateur (pour une certaine température).

On sait que chez les animaux homéothermes, la température des téguments n'est pas aussi constante que la température interne. Leur système nerveux périphérique peut s'adapter à une certaine température extérieure, et réagir toutes les fois que celle-ci monte ou descend brusquement. C'est ainsi que s'expliquent les sensations de froid ou de chaleur, qu'on ressent dans les sous-sols suivant qu'on y descend en été ou en hiver. Cependant la température de ces endroits ne varie pas beaucoup.

Ce qui varie c'est notre système nerveux périphérique, qui en été s'adapte pour une température plus haute, et en hiver pour une température plus basse que celle des sous-sols. Pour les abeilles nous voyons que les choses se passent presque de la même façon. En été, la température moyenne de l'air est à peu près 20°; et comme les abeilles passent une grande partie de leur vie pendant cette saison au dehors de la ruche, il s'ensuit que leur système thermo-régulateur est adapté pour cette température. En hiver, au contraire, les abeilles restent enfermées dans leur ruche, où elles se réunissent en groupe, pour maintenir la température assez élevée (30°-32°). Leur système thermo-régulateur est adapté pendant cette saison à une température plus haute qu'en été.

Nous comprenons maintenant la cause de l'accroissement des échanges respiratoires en automne et en hiver, quand on place les abeilles pendant ces saisons à 20°. Vivant dans la ruche à la température de 32°, la température de 20° est devenue pour elles une basse température, contre laquelle elles réagissent pour faire de la chaleur, et elles augmentent leurs échanges respiratoires. — Au printemps l'activité des échanges pour la température de 20° est plus grande que dans toutes les autres saisons. Elles consomment à cette époque 34 litres d'oxygène par kilogramme et par heure, contre 22 consommés en hiver et 24 en automne. Cette augmentation brusque de la consommation d'oxygène, nous ne pouvons pas la mettre seulement sur le compte de la lutte contre le froid. Certes les abeilles doivent

lutter encore, car il fait froid au commencement du printemps, mais il y a un autre facteur qui intervient : c'est le retour à l'activité estivale qui leur sert d'excitant.

En effet, au centre de la ruche, dans le foyer de chaleur, tout un microcosme remue dans l'ombre. C'est la nouvelle génération, c'est l'avenir de la race qui s'éveille et réclame le droit à la vie. Or c'est là que git tout le mystère de l'augmentation brusque des échanges respiratoires, au commencement du printemps. C'est que les abeilles sont obligées à faire plus de mouvements que pendant l'hiver, non seulement pour lutter contre le froid, mais pour assurer l'avenir de la ruche, pour élever le couvain. Et puis, au fur et à mesure que la saison avance, elles s'adaptent à ce genre de vie, et n'ayant plus à lutter contre le froid, étant chauffées par le soleil, leur consommation d'oxygène diminue. Elle doit répondre maintenant en première ligne aux besoins du mouvement et en seconde ligne à la thermogenèse. Chez les abeilles on peut donc mieux que chez les homéothermes, dissocier dans l'ensemble des échanges respiratoires ce qui appartient à la production de chaleur, et ce qui appartient aux mouvements. On les voit, au fur et à mesure que la température ambiante augmente, diminuer la production de chaleur; et la plus grande partie de l'énergie actuelle résultant des combustions intra-organiques sert à l'accomplissement du travail mécanique.

Le quotient respiratoire varie peu d'une saison à l'autre. Toutefois pendant l'automne et l'hiver, à la température de 10°, on trouve qu'il dépasse de beaucoup l'unité, parce que la consommation d'oxygène est très faible, et quelquefois presque nulle à cette température. A part cela, le quotient respiratoire oscille autour de l'unité, et très souvent nous l'avons trouvé égal à un. Ces valeurs du quotient respiratoire nous montrent que les combustibles principaux utilisés par les abeilles sont les matières hydrocarbonées.

On peut dès lors, en connaissant la quantité de CO^2 produit par les abeilles, et en tenant compte de la valeur du quotient respiratoire, calculer la quantité de glucose consommé. Pour vérifier en quelque sorte cette proposition, on cherche si le poids perdu par les abeilles pendant l'unité de temps, peut

se trouver dans la somme des déchets $\text{CO}^2 + \text{H}^2\text{O}$ provenant de la combustion du glucose. Nous allons examiner la question d'abord pour les cas où le quotient respiratoire est égal à l'unité $\left(\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2} = 1\right)$. Soit l'expérience 3, tableau 1,

26 mars 1907.

Poids d'abeilles = $35^{\text{gr}},02$.

Température du bain = $32^{\circ},2$.

Oxygène consommé par kilogramme et par heure = 16961 centimètres cubes ou en poids = $24^{\text{gr}},254$.

CO^2 produit = 17040 centimètres cubes, ou en poids = 33,628 grammes. Si nous cherchons quel est le poids du glucose qui a engendré 33,628 grammes de CO^2 nous trouvons 22,92 grammes. D'autre part, les mesures ont appris que la perte du poids par kilogramme et par heure est de $23^{\text{gr}},34$. Or admettant que le combustible a été le glucose, et que tout l'oxygène comburant vient du dehors, il s'ensuit que cette perte de poids de l'abeille représente du carbone, et de l'eau. Les excréta solides sont en quantité négligeable.

Cherchons donc le carbone correspondant à $33^{\text{gr}},628 \text{ CO}^2$: nous trouvons $9^{\text{gr}},17$ carbone brûlé par kilogramme et par heure. Si nous le retranchons de la perte du poids par kilogramme et par heure, nous trouvons, $14^{\text{gr}},17$ d' H^2O éliminée par kilogramme et par heure ; dont $13^{\text{gr}},75$ proviennent de la combustion du glucose ; le reste $0^{\text{gr}},42$ provient des tissus. On doit supposer, en d'autres termes qu'en dehors du glucose les abeilles ont perdu de l'eau.

Nous avons pris le cas le plus simple lorsque $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2} = 1$. Voyons maintenant ce qui se passe lorsque le quotient respiratoire $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2}$ est plus grand que l'unité. Prenons par exemple l'expérience 6, tableau 1.

16 avril 1907.

Poids d'abeilles = $25^{\text{gr}},51$.

Température du bain = $32^{\circ},4$.

Oxygène consommé par kilogramme et par heure = 15417 centimètres cubes, ou en poids = 22^{gr},06.

CO² produit 16095 centimètres cubes, ou en poids 31^{gr},82,
 $\frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2} = 1,04.$

Perte du poids par kilogramme et par heure = 25^{gr},22. Comme le quotient respiratoire est plus grand que l'unité, dans la perte du poids par kilogramme et par heure, il entre non seulement le C et l'eau, mais aussi l'excès d'oxygène sur celui ingéré, excès qui provient des tissus. Donc en retranchant l'oxygène ingéré = 22^{gr},05 du CO² produit 31^{gr},82 nous trouvons 9^{gr},77 qui représente le carbone et l'oxygène provenant des tissus. Par conséquent, pour trouver l'eau éliminée par kilogramme et par heure, lorsque le quotient respiratoire est plus grand que l'unité, il faut retrancher de la perte du poids par kilogramme et par heure, le carbone et l'oxygène qui vient des tissus (dans notre cas 9^{gr},77), et nous trouvons 15^{gr},45 qui représentent la quantité totale d'eau éliminée par kilogramme et par heure. De ces 15^{gr},45, 13^{gr},01 proviennent de la combustion du glucose et le reste de 2^{gr},44 provient des tissus.

Quand l'oxygène ingéré est égal à zéro, alors dans la perte du poids par kilogramme et par heure, entre tout l'oxygène qui se trouve dans l'acide carbonique, puisqu'il provient entièrement des tissus.

Le problème qui se pose, c'est de savoir, quelle est l'origine de cet oxygène qui se trouve contenu dans l'acide carbonique, puisqu'il ne vient pas du dehors ?

On peut proposer trois explications :

1° La première est tout à fait adaptée au cas de nos abeilles.

On sait, d'une façon générale, que l'oxygène employé à la combustion, à un moment donné, n'est pas l'oxygène absorbé à ce même moment, mais l'oxygène que l'animal a absorbé il y a quelques minutes ou quelques heures, suivant son activité fonctionnelle. — Ceci posé, prenons le cas des abeilles.

Pendant l'hiver leur température normale est de 32°; l'activité fonctionnelle est assez grande à cette température; elles consomment 13 litres d'oxygène par kilo et par heure. Dans ce cas, les réserves d'oxygène sont consommées probablement

à mesure qu'elles se forment : elles ne subsistent vraisemblablement que pendant quelques minutes, par exemple.

Portons les abeilles à la température de 10°. Que va-t-il se passer? Le froid les engourdit bien vite ; elles font peu de mouvement; elles dépensent peu de combustible; les oxydations sont très réduites. Il en résulte que la quantité d'oxygène absorbée à la température de 32° et qui aurait suffi pour quelques minutes, si l'insecte était resté à cette température, suffira pour quelques heures à la production de l'acide carbonique, sans nouvelle absorption, si l'abeille est portée à 10°.

2° La seconde explication est plus radicale. Elle consiste à admettre avec M. Athanasiu que les réserves d'oxygène, chez les abeilles comme chez les grenouilles, peuvent durer très longtemps, d'une saison à l'autre. Ce physiologiste a montré, en effet, que chez les grenouilles les conditions de vie sont très différentes en été et en hiver, et qu'elles peuvent s'expliquer par la mise en dépôt de l'oxygène pendant l'été.

Dans cette manière de voir on pourrait raisonner ainsi : les abeilles fabriquent pendant l'été, aux dépens des hydrates de carbone, la cire, substance très voisine des graisses. Cette transformation des hydrates de carbone en graisse se ferait avec élimination d'oxygène; cet oxygène n'est pas utilisé au fur et à mesure qu'il se produit, puisque pendant tout l'été le quotient respiratoire reste voisin de l'unité ou même égal à l'unité. Donc il serait mis en réserves, et utilisé quand l'animal se trouve dans des conditions défavorables pour se procurer cet oxygène, comme il arrive dans le cas des basses températures.

3° Nous avons dit qu'il y avait une troisième interprétation.

Elle consiste à admettre avec Weinland, Sütter, Lesser et d'autres physiologistes, que pendant la vie sans air il se fait

NOTE. — Cefait que l'animal peut produire du CO_2 sans consommer d'oxygène (lorsque ses fonctions sont ralenties) a été signalé aussi par Spallanzani ²², W. Edwards ⁷, Joh. Müller ¹⁴ et Pflüger ¹⁶, qui ont trouvé que les grenouilles peuvent vivre plusieurs heures dans une atmosphère exempte d'oxygène; elles produisent pendant ce temps de l'acide carbonique.

des réactions chimiques de dédoublement avec dégagement de CO^2 , réactions qui ne consommeraient point d'oxygène ou qui en consommeraient moins — pour la même production de CO^2 — que la combustion.

La transformation des hydrates de carbone en graisse, a pour effet d'élever le quotient respiratoire. Elle correspondrait ainsi à une mutation intérieure partielle de sucré en corps gras, cire, ou produits de ce genre plus riches en carbone et plus pauvres en oxygène que le sucre.

Matières protéiques. — Nous avons vu que les Hydrates de carbone constituent l'aliment essentiel des abeilles. Elles ont besoin pourtant, aussi, d'une certaine quantité de substances albuminoïdes. Comme tout élément vivant, leurs tissus détruisent continuellement ces substances et il faut que les pertes soient réparées. Ces réparations se font aux dépens des réserves de pollen, puisque nous trouvons ce corps dans l'appareil digestif des abeilles, et puisque la teneur en azote de leur corps ne varie pas dans les différentes saisons.

De même la quantité de glycogène dans le corps des abeilles reste presque constante pendant toute l'année. Les réserves de matières hydrocarbonées qu'elles ont faites dans la ruche étant à leur portée, il n'y a plus besoin d'accumuler ces substances dans les tissus sous forme *de glycogène*.

Les études qui précèdent nous montrent la marche des échanges nutritifs chez les abeilles pendant les différentes saisons. Les variations qu'ils subissent constituent autant de moyens de défense contre les changements du milieu ambiant, surtout en ce qui concerne sa température.

Grâce à leur habitation, et aux réserves de nourriture qu'elles ont pu accumuler pendant la belle saison, les abeilles échappent à l'engourdissement hivernal commun à la plupart des animaux à température variable. Mais il ne faut pas croire qu'elles gardent pendant l'hiver toute leur activité fonctionnelle de l'été. Une preuve très démonstrative à cet égard nous est donnée par la résistance des abeilles aux basses températures. — Tandis qu'en été leurs échanges respiratoires peuvent continuer d'une façon assez active, même à 0° , à condition qu'elles soient

nourries ; en hiver, au contraire, ces échanges s'arrêtent presque complètement, à la température de 10°, et le froid les engourdit bien vite.

Le système thermo-régulateur des abeilles n'a donc pas les mêmes limites de fonctionnement en hiver qu'en été.

Ce phénomène et les autres que nous avons étudiés et qui se trouvent consignés dans ce travail, rentrent dans les adaptations fonctionnelles des abeilles aux exigences du milieu ambiant.

CONCLUSIONS

1. La vie des abeilles en collectivité les oblige à des travaux inconnus pour les espèces dont les individus vivent librement. Il résulte de là, que leur activité nutritive est aussi très grande. Ainsi les abeilles se trouvent en tête de la série animale, par l'intensité des échanges respiratoires.

2. La température de la ruche étant presque constante pendant toute l'année, la température extérieure et la nature des travaux étant différentes pendant chaque saison, il s'ensuit que leurs échanges nutritifs et spécialement les échanges respiratoires se modifient aussi pendant l'année. — En ne considérant que le maximum et le minimum dans la consommation d'oxygène, pour les diverses températures auxquelles nous avons expérimenté, on trouve :

A 10°, maximum en été, minimum en hiver.

A 20°, maximum au printemps, minimum en été.

A 32°, maximum en automne, minimum en été.

A 35°, maximum en automne, minimum en été.

3. Les échanges respiratoires augmentent lorsque la température extérieure baisse ; ils diminuent lorsque cette température monte.

De même le passage de la belle saison à la mauvaise saison, augmente les échanges respiratoires à la température de 20°, et de 32°. Cette variation constitue un moyen de défense de l'organisme contre le froid et contre la chaleur.

4. Les abeilles sont capables de lutter contre le froid et contre la chaleur, sans doute parce qu'elles ont un mécanisme nerveux

thermo-régulateur, qui règle les combustions d'après les besoins de l'organisme.

5. Elles luttent par deux moyens contre le froid : *a*) En augmentant les combustions, d'où production de chaleur ; *b*) En retenant l'eau dans les tissus, elles économisent la chaleur nécessaire à l'évaporation de cette eau.

Contre la chaleur les abeilles luttent aussi par deux moyens :

a) En diminuant les combustions ;

b) En éliminant une plus grande quantité d'eau à la surface respiratoire.

Les abeilles se rapprochent donc des animaux à température constante (mammifères et oiseaux).

6. La teneur en eau des tissus varie avec la saison ; elle atteint le minimum de 71,44 p. 100 pendant l'été, et le maximum de 74,82 p. 100 pendant l'hiver ; fait qui est en relation avec la lutte contre le froid, pendant la mauvaise saison, et la lutte contre la chaleur pendant la belle saison.

7. Le quotient respiratoire varie peu avec la saison et la température (sauf à 10° pendant l'automne et l'hiver, époque où peut dépasser de beaucoup l'unité). Pour les autres températures, et pour la température de 10° pendant la belle saison, il est toujours voisin de l'unité, et très souvent égal à l'unité. Il s'ensuit que le combustible qu'elles brûlent est du glucose, qui constitue du reste leur aliment essentiel.

8. Le minimum d'albumine nécessaire leur est fourni par le pollen dont elles font des réserves pour la mauvaise saison.

Cela fait que, se nourrissant de la même façon pendant toutes les saisons, la teneur des tissus en azote et glycogène ne varie pas avec la saison.

Si nous cherchons maintenant la place qu'il faut donner aux abeilles dans la classification au point de vue de la thermogénèse, nous croyons qu'il faut les considérer comme formant le passage entre les homéothermes et les hétérothermes.

Elles se rapprochent beaucoup des homéothermes, toutefois, elles ne sont homéothermes que pour des conditions bien déterminées, dont la plus essentielle c'est qu'on ne sépare pas l'individu de la collectivité.

« L'abeille comme individu n'en est rien, ce n'est qu'un organe ailé de l'espèce.

« Toute sa vie est un sacrifice total à l'être innombrable et perpétuel dont il fait partie ».

(Maeterlinck, *La vie des abeilles*.)

En finissant, je présente tous mes remerciements à M. le professeur Athanasiu, qui a bien voulu me guider dans ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

1. ATHANASIU (I.), Sur les échanges respiratoires des grenouilles pendant les différentes époques de l'année. *Journ. de phys. et path. gén.*, 1900, p. 443-258.
2. ARGOUTINSKI, *Arch. f. die gesammte Phys. Pflüger*, p. 581.
3. BONNIER (Z.), Sur la division du travail chez les abeilles. *C. R. Acad. Sc.*, 1906, t. CXLIII, p. 941.
4. BÜTSCHLI, Ein. Beitrag zur Kenntniss des Stoffwechsels insbesondere der Respiration bei Insecten. *Arch. für Anat.*, 1874, p. 348-361.
5. BERLEPESCH, Die Biene und ihre Zucht. Mannheim, 1873, p. 136-146.
6. COLASANTI, Einfluss der umgebenden Temperatur auf den Stoffwechsel der Warmblütter. *Arch. f. die gesammte Physiol.*, 1877, Bd XIV, p. 92-119.
7. EDWARDS (W.), Influence des agents physiques, p. 443.
8. FINKLER (D.), Beiträge zur Lehre von der Anpassung der Wärmeproduction an der Wärmeverlust bei Warmblütern. *Arch. f. die gesammte Physiol.*, 1877, Bd XV, p. 603-633.
9. FALLOISE (A.), Influence de la température extérieure sur les échanges respiratoires sur les animaux à sang chaud et chez l'homme. *Arch. du Biol.*, 1901, t. XVII, 761.
10. GIRARD (M.), Traité d'Entomologie.
11. GIRDWOYN, Anatomie et physiologie de l'abeille, 1876.
12. HANRIOT et RICHEL, Des échanges respiratoires chez l'homme. *Travaux de laboratoire de Ch. Richet*, 1893, t. I, p. 478-531.
13. JOLYET et REGNARD, Recherches physiologiques sur la respiration des animaux aquatiques, 2^e partie. *Arch. de phys.*, 2^e série, t. IV, 1877.
14. MÜLLER JOHANNES, Physiol. des Menschen, I, p. 256.
15. ODDI, *Arch. ital. de Biol.*, Turin, 1891, t. XV, p. 223.
16. PFLÜGER, Beiträge zur Lehre von der Respiration. *Arch. f. d. gesammte Physiol.*, 1875, Bd X, p. 313.
17. PFLÜGER, Le glycogène. *Dict. de phys.*, t. VII, p. 228-320.
18. PICTET (R.), La vie et les basses températures. *Rev. scientifique*, Paris, 1893, t. LII, p. 577-583.
19. REGNAULD et REISET, Recherches chimiques sur la respiration des animaux de diverses classes. *Ann. de chimie*, 3^e série, t. XXVI, 1849, p. 483-490.
20. SCHNEIDER, Ueber Pollen und Wachsbildung. *Liebigs Ann.*, t. CLXII, 1872, p. 235-258.
21. SCHULZ, Ueber das Abhängigkeits Verhältniss zwischen Stoffwechsel und Temperatur bei Amphibien und Insecten. *Inaug. Diss. Bonn.*, 1877.
22. SPALLANZANI, Mémoires sur la respiration, traduit par Sennebier, 1803.
23. TREVRANUS, Versuche über das Atemholen der niederen Thiere. *Zeitschr. f. Physiol. von Tiedmann und Treviranus*, 4, 1832, p. 1-39.
24. VERNON, The relation of the respiratory exchange of cold-blood animals to temperature. *Journ. of Phys.*, 21, 1897, p. 443-496.
25. Zuntz und Hagemann Untersuchung über d. Stoffw. des Pferdes bei Ruhe u. Arbeit. Berlin, 1898, 440 ss. (cité par Ehlenberger, Vergleichende Physiologie der Haussäugethiere, 1890, v. I, p. 682.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

1° BOTANIQUE. — Les Nectaires.

2° GÉOLOGIE. — Les terrains néogènes de l'Europe orientale.

Vu et approuvé : Paris, le 11 janvier 1909,

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

P. APPELL.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

L. LIARD.

